



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

**NÁVRH DÍLČÍ ČÁSTI INFORMAČNÍHO SYSTÉMU PRO
VYUŽITÍ PRŮMYSLOVÝCH DAT**

DESIGN OF A PART OF AN INFORMATION SYSTEM FOR THE USE OF INDUSTRIAL DATA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Oliver Held

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jan Luhan, Ph.D., MSc

BRNO 2021

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav informatiky
Student: **Bc. Oliver Held**
Studijní program: Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor: Informační management
Vedoucí práce: **Ing. Jan Luhan, Ph.D., MSc**
Akademický rok: 2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává diplomovou práci s názvem:

Návrh dílčí části informačního systému pro využití průmyslových dat

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Cíle práce, metody a postupy zpracování
Teoretická východiska práce
Analýza současného stavu
Vlastní návrhy řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Zaměření práce je do oblasti digitalizace průmyslu a efektivního využití dat. Cílem práce je návrh webové aplikace pro konkrétní subjekt se zaměřením na ukládání a interpretaci průmyslových dat pro jejich efektivní využití.

Základní literární prameny:

BRUCKNER, T., J. VOŘÍŠEK, A. BUCHALCEVOVÁ a kol. Tvorba informačních systémů: Principy, metodiky, architektury. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2012. 360 s. ISBN 978-80-247-4153-6.

MEIER, A. and M. KAUFMANN. SQL & NoSQL databases. 1st ed. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2019. 229 p. ISBN 978-3-658-24548-1.

TOMEK, G. a V. VÁVROVÁ. Průmysl 4.0: Aneb nikdo sám nevyhraje. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2017. 200 s. ISBN 978-80-906594-4-5.

USTUNDAG, A. and E. CEVIKCAN. Industry 4.0: Managing The Digital Transformation. 1st ed. Switzerland: Springer International Publishing, 2018. 286 p. ISBN 978-3-319-57869-9.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně dne 28.2.2021

L. S.

Mgr. Veronika Novotná, Ph.D.
ředitel

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Táto diplomová práca sa venuje popisu a inovácii v priemyselnej firme, ktorá je zameraná na diagnostiku výrobných strojov pomocou zberu veľkých dát. Teoretická časť práce popisuje priemysel 4.0, nároky veľkých dát na úložisko a taktiež základy riadenia zmeny. Súčasťou analytickej časti je popis spoločnosti, analýza aktuálneho stavu a návrh zmeny. Navrhované zmeny sú prechod z relačnej databázy na časovú a nová webová aplikácia pre vizualizáciu dát. V poslednej časti práce je popísaná realizácia týchto zmien a ich vyhodnotenie.

Abstract

This thesis deals with the description and innovation in an industrial company, which is focused on the diagnostics of production machines using mainly big data collection. The theoretical part of the thesis describes industry 4.0, the demands of big data on storage and also the basics of change management. The analytical part includes a description of the company, an analysis of the current state and a proposal for change. The proposed changes are the transition from a relational database to a non relational one and a new web application for data visualization. The last part of the thesis describes the implementation of these changes and their evaluation.

Kľúčové slová

databáza, webová aplikácia, zmena, riziko, priemysel, digitalizácia, prediktívna údržba, analýza

Key words

database, web application, change, risk, industry, digitalization, predictive maintenance, analysis

Bibliografická citácia

HELD, Oliver. Návrh dílčí části informačního systému pro využití průmyslových dat [online]. Brno, 2021 [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/135380>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Jan Luhan.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským). V Brně dne 12. května 2021

.....

podpis

Pod'akovanie

Svoje pod'akovanie by som chcel venovať vedúcemu práce Ing. Janovi Luhanovi Ph.D., MSc. za jeho odbornú pomoc, rady a vedenie práce. Ďalšie pod'akovanie patrí spoločnosti, vďaka ktorej som mohol túto prácu realizovať.

OBSAH

ÚVOD	11
CIELE PRÁCE, METÓDY A POSTUPY SPRACOVANIA	13
Hlavný cieľ.....	13
Čiastkové ciele	13
Metódy a postupy spracovania	13
1 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ PRÁCE	14
1.1 Priemysel 4.0	14
1.1.1 Zber dát v priemysle.....	16
1.1.2 Monitorovanie procesu.....	17
1.1.3 Prediktívna údržba	18
1.2 Úložisko dát	22
1.2.1 Relačné databázy.....	23
1.2.2 NoSQL databázy	23
1.3 Riadenie zmeny.....	25
1.3.1 Riziko	26
2 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU	29
2.1 Predstavenie spoločnosti	29
2.1.1 Zameranie	29
2.1.2 Situácia na trhu	30

2.1.3	Konkurenčné faktory.....	33
2.2	Aktuálny stav	33
2.2.1	Úložisko.....	34
2.2.2	Odosielanie a prijímanie dát	35
2.2.3	Potreby zákazníka	36
2.2.4	Model 7S	37
2.2.5	SLEPTE.....	39
2.2.6	Porterov model piatich síl.....	42
2.2.7	SWOT analýza.....	44
2.2.8	Zhrnutie analýz	46
2.2.9	Návrh riadenej zmeny	46
2.2.10	Lewinov model zmeny	47
2.2.11	Riziková politika.....	52
2.2.12	Finančná časť projektu	56
2.2.13	Časová analýza – metóda PERT	57
3	VLASTNÉ NÁVRHY RIEŠENIA	62
3.1	InfluxDB.....	63
3.1.1	Inštalácia.....	64
3.1.2	Potrebné operácie.....	66
3.1.3	Migrácia dát	67
3.2	Webová aplikácia	70

3.3	Vyhodnotenie.....	78
ZÁVER		80
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY		81
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV		84
ZOZNAM GRAFOV		85
ZOZNAM OBRÁZKOV		86
ZOZNAM TABULIEK		88

ÚVOD

Vývoj technológií postupuje rýchlo v pred a s ním aj všetky odvetvia vrátane priemyslu. S vývojom prirodzene narastajú aj nároky na rýchlosť, cenu a efektivitu výroby. Ako účinný nástroj zefektívňovania výroby sa ukázala digitalizácia, ktorá je priamo spojená so zberom a analyzovaním dát. Vďaka správnej analýze dát je možné nie len odhaľovať príčiny vzniku poruchy, ale aj predikovať budúcu poruchu a včas jej zabrániť.

Digitalizácia výroby ako aj prediktívna údržba sa stali neodmysliteľnou súčasťou všetkých priemyselných veľtrhov. Je ale priemysel na takéto posun pripravený?

Táto diplomová práca bude vytvorená v spolupráci so spoločnosťou, ktorá sa venuje práve spomínanej prediktívnej údržbe, monitorovaniu procesov a obecné digitalizácii priemyslu. Hlavným cieľom práce bude zefektívniť prácu s dátami a ich prezentáciu zákazníkom. Prínosom práce bude zlepšenie kvality ponúkaných služieb, čím sa podarí zvýšiť atraktivitu spoločnosti a ich konkurencieschopnosť v rámci monitorovania procesu a prediktívnej údržbe obrábacích a kovacích strojov.

V prvej časti práce budú prebraté teoretické východiská, ktoré tvoria minimum znalostí potrebných pre pochopenie danej problematiky. Postupne bude čitateľ vnesený do problematiky priemyslu 4.0, kde budú spomenuté jeho základy. Bližšie bude rozobratý zber dát v priemysle, monitorovanie procesu a možnosti údržby v priemysle s hlavným zameraním na prediktívnu údržbu. Nasleduje teória k dátovým úložiskám, kde budú popísané dva možné prístupy. Prvý z nich sú relačné databázy. Alternatívou k relačnej databáze sú takzvané NoSQL databázy, ktoré sa považujú za efektívny spôsob ukladania veľkého množstva priemyselných dát. Posledná teoretická časť sa bude venovať riadeniu zmeny v spoločnosti. Súčasťou každej spoločnosti v tejto rýchlej dobe je zmena. Práve z tohto dôvodu sa práca venuje zmenám, ktoré sú pre spoločnosť potrebné, aby zvládla boj s konkurenciou.

Druhá časť práce je analytická a bude sa v nej analyzovať spoločnosť. V úvode kapitoly bude stručne opísaná spoločnosť, jej pôsobisko, a aktuálna situácia na trhu. Nasleduje popis a analýza aktuálnemu stavu v spoločnosti. Na začiatku budú popísané procesy, ako spoločnosť pracuje. Následne bude vykonaná metóda 7S, pomocou ktorej bude

analyzované vnútorné prostredie spoločnosti. Pre analýzu vonkajšieho prostredia bude využitá metóda SLEPTE. Ako ďalšie nasleduje analyzovanie konkurenčného prostredia pomocou Porterovej analýzy piatich síl. Pre spojenie analýz sa využije SWOT analýza, vďaka ktorej budú pre spoločnosť navrhnuté zmeny. Navrhované zmeny budú popísané Lewinovým modelom zmeny. Nasleduje finančné zhodnotenie zmien a vykonáva sa časová analýza zmien pomocou metódy PERT.

Posledná časť práce sa bude zaoberať spracovaním navrhovaných zmien. V spoločnosti budú vykonávané zmeny na základe vykonaných analýz. Na záver budú zmeny a ich implementácia zhodnotená.

CIELE PRÁCE, METÓDY A POSTUPY SPRACOVANIA

Táto časť diplomovej práce stanovuje hlavné aj čiastkové ciele, ktoré sú spracované v tejto práci a všetky by mali byť na konci práce dosiahnuté. Hlavný zámer diplomovej práce je popis moderného priemyselného prostredia, s ktorým je v tejto dobe späté zbieranie a vyhodnocovanie veľkého množstva dát. V práci bude popísaná firma, v ktorej pracujem, ktorá je analyzovaná a výstupom práce bude zefektívnený systém pre zber, analyzovanie a prezentáciu dát, ktoré sú určené pre zákazníka.

Hlavný cieľ

Hlavný cieľ je navrhnutie systému, ktorý má rýchlu odozvu. Tento systém uspokojí zákazníka a poskytne mu potrebné informácie o jeho prevádzke v čo najlepšej forme. Nasadenie pre prvých zákazníkov je plánované v prvej polovici roku 2021.

Čiastkové ciele

- Popis teoretických východísk potrebných pre pochopenie práce
- Popis spoločnosti a pole pôsobnosti
- Analyzovanie súčasného stavu spoločnosti
- Návrh zmien v spoločnosti
- Implementácia vybraných zmien

Metódy a postupy spracovania

Všetky informácie použité v tejto diplomovej práci som načerpal v priebehu niekoľkých rokov, počas ktorých v popisovanej firme pracujem. Moja úloha vo firme je riadenie a samostatná implementácia viacerých informačných projektov. Všetky návrhy, ktoré sú uvedené v práci sa budú aj skutočne prezentovať a pri dobrých výsledkoch aj realizovať. Pre všeobecné informácie potrebné pre vypracovanie práce sú použité vedecké zdroje a komunikácia so spolupracovníkmi z rôznych oddelení.

1 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ PRÁCE

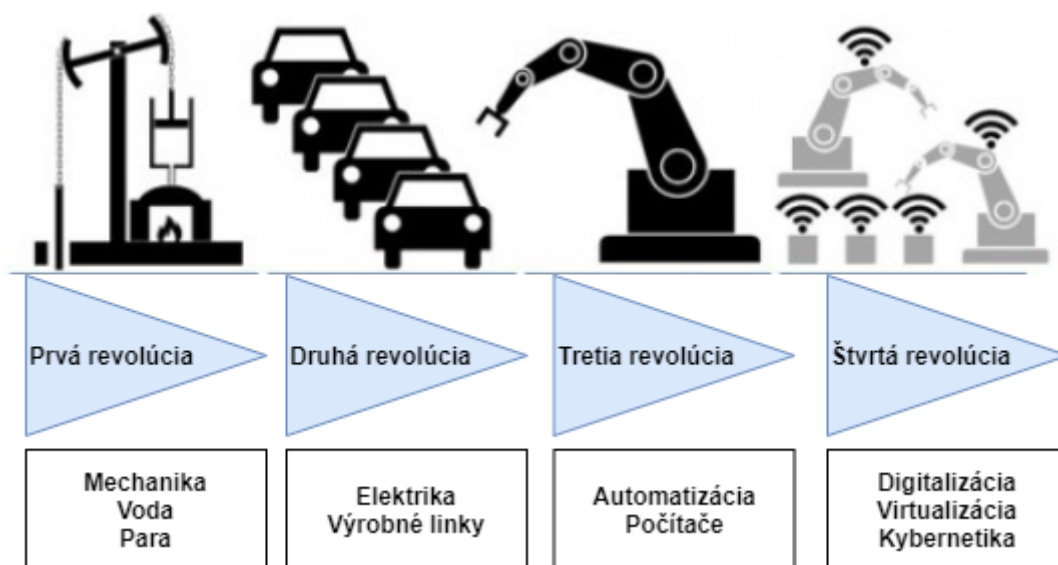
Táto časť diplomovej práce sa venuje teoretickým východiskám, ktoré je potrebné ovládať pre danú problematiku. Obsahom časti je teória k jednotlivým častiam práce. Priemysel 4.0 je preberaný hlavne z dôvodu pôsobenia spoločnosti, v spolupráci s ktorou je táto práca písaná, ktorá je zameraná na priemysel a jeho digitalizáciu. V tejto podkapitole je po úvodnom predstavení štvrtej priemyselnej revolúcie opísaný spôsob zberu dát v priemysle, monitorovanie procesu a možnosti údržby so zameraním na prediktívnu údržbu, ktorá poskytuje efektívne riešenie tejto problematiky. Ďalšia časť teoretických východísk sa venuje dátovým úložiskám. V tejto sú obecné popísané dátové úložiská, relačné databázy a ich alternatíva pri ukladaní veľkých dát – NoSQL databázy. Spomedzi zástupcov je detailnejšie popísaný InfluxDB, ktorý sa javí ako najvhodnejšia alternatíva pre potreby spoločnosti. Posledná časť teoretickej časti sa venuje postupu vykonania riadenej zmeny v spoločnostiach. Táto časť je súčasťou práce, pretože diplomová práca sa venuje návrhu a aplikácii zmeny v spoločnosti. Každá zmena, ktorá sa v spoločnostiach vykonáva, by mala byť poriadne plánovaná a riadená.

1.1 Priemysel 4.0

Táto podkapitola sa zaoberá úvodom do štvrtej priemyselnej revolúcie, popisuje jej hlavné prvky a stručne popisuje históriu priemyslu. V ďalšej časti je priblížený zber priemyselných dát. Popisuje sa ako sa dáta zbierajú ale aj k čomu slúžia. V časti monitorovanie procesu je popísané, prečo a ako sa monitoruje priemyselný proces a posledná časť kapitoly je zameraná na údržbu v priemysle. V nej sú spomenuté rôzne spôsoby údržby a detailnejšie priblížená prediktívna údržba, o ktorej sa v poslednej dobe čím ďalej tým viac rozpráva. Kapitola čerpá z (Sborník přednášek z 53. slévarenských dnů, 2016) a (Tomek, 2017).

Priemysel 4.0 je termín, ktorý sa používa pre označenie štvrtej priemyselnej revolúcie už niekoľko rokov. Elementy tejto revolúcie sa najčastejšie opierajú o internet vecí, industriálny internet, umelú inteligenciu a digitalizáciu. Jedná sa o prepojenie virtuálneho sveta so svetom fyzickej reality. V rámci priemyslu 4.0 sa očakáva mohutné zdieľanie informácií a kontinuálna komunikácia podporená kvalitnou komunikačnou

infraštruktúrou. Významné technológie priemyslu 4.0 sú aj veľké dáta, autonómne roboty, senzory, cloudové riešenia, dátové úložiská, adaptívna výroba, rozšírená realita a kybernetika. Hlavné výhody sú vnímané v zvýšení produktivity práce, avšak hrozí ohrozenie menej kvalifikovaných profesií. Pre pochopenie nesmierne rýchleho vývoju priemyslu je vhodné pripomenutie všetkých priemyselných revolúcií, toto zhrnutie je možné vidieť na obrázku č.1.



Obrázok č. 1 Priemyselné revolúcie (Zdroj: (Líška, 2019) (upravené))

Prvá priemyselná revolúcia začala koncom 18. storočia, kde došlo k nahradeniu ľudskej práce mechanickou, ktorá bola poháňaná vodnou alebo parnou energiou.

Druhá priemyselná revolúcia prišla začiatkom 20. storočia využitím elektrickej energie a tým podporila vznik masovej veľkovýroby.

Tretia priemyselná revolúcia sa začala realizovať v 70. rokoch 20. storočia. Za využitia elektroniky a informačných technológií začalo dochádzať k automatizácii jednotlivých strojov a procesov.

Zatiaľ posledná a to **štvrtá priemyselná revolúcia**, ktorej sa táto kapitola venuje, pokračuje v trende automatizácie, ako už bolo napísané spájaním virtuálneho a skutočného sveta. Jedná sa o významný posun v digitalizácii priemyslu, automatizácii a robotizácii výroby. Princípom priemyslu 4.0 je kybernetické prepojenie výrobných informačných systémov v priemyselných podnikoch. Začiatky priemyslu 4.0 sa datujú na

začiatok 21. storočia. Za prvé známky sa považuje softvér na monitorovanie toku materiálu v priemyselnom prostredí z roku 2003. Postupne sa tento model začal formovať a v roku 2008 spoločnosť ANASOFT vyvinula vlastný *Smart Industry System*. Systém využíval internet vecí a riadil výrobné procesy. Štvrtá priemyselná revolúcia sa zameriava na nové technológie, ktoré vnáša do priemyslu. Základným prvkom je prepojenie všetkých častí v rámci jedného podniku do jednej siete. Podľa predpokladu by inteligentné továrne mali dosahovať produktivitu, ktorá je o 30 – 40 percent vyššia oproti tej súčasnej. Znižovať výrobné, dopravné a manažérske náklady, a skracovať čas uvedenia nového produktu na trh. Inteligentné továrne disponujú ekologickejšou výrobou, vďaka ktorej sú efektívnejšie využívané prírodné zdroje a energia.

Základný rozdiel v štvrtej priemyselnej revolúcii oproti ostatným je postup, akým sa vyvíja. Jedná sa o plánovaný koncept, ktorý je stimulovaný štátom. Počiatky sú v Nemecku, kde vláda na základe analyzovania dôsledkov nových technológií na ekonomiku podporila program priemyslu 4.0. Hlavný dôvod tejto podpory je podnietiť vývoj priemyslu v Nemecku aj celej Európe. Tento rozvoj má opodstatnenie hlavne pre dobrú vedeckú základňu, existenciu kvalitných univerzít ale aj kvôli priemyselnej histórii v jednotlivých regiónoch. Priemysel 4.0 by mal byť impulzom, ktorý vedie k zvyšovaniu významu priemyslu v európskej ekonomike. Tlak na európsky priemysel je vysoký najmä kvôli rýchlo sa rozvíjajúcim ázijským krajinám, za ktorými začal európsky priemysel zaostávať. Výhodou týchto krajín je lacná pracovná sila, modernizácia výroby a silná automatizácia procesov. Európa naopak trpí starnutím populácie, preto sa musí zamerať na aplikovanie nových inteligentných technológií. Ako najväčší otáznik pri príchode vyspelých technológií do priemyslu je ich vplyv na zamestnanosť ľudí v priemysle. Ľudská pracovná sila sa postupne nahrádza výrobnými systémami. Je pravda, že robotizácia vytvára mnoho pracovných miest, no jedná sa o pozície pre vyššie kvalifikovaných ľudí. V roku 2025 by mal na jedného zamestnanca pripadať jeden robot (Popjaková, 2019).

1.1.1 Zber dát v priemysle

Ako bolo v úvode kapitoly napísané, modernizácia priemyslu nie je možná bez zberu, uloženia a spracovania dát. Jedná sa o dáta z výroby, ktoré je možné analyzovať a pri

správnej interpretácii ponúkajú veľké množstvo užitočných informácií či už pre technologov, alebo manažment spoločnosti. Zber dát je charakterizovaný ako tok údajov, ktorý sa spracováva a následne poskytuje koncovému používateľovi.

Keď sa hovorí o priemyselných dátach, nejedná sa o malé množstvo dát, ktoré bez veľkého analyzovania ponúkajú jasné informácie. Pri priemyselných dátach sa často používa označenie „*Big Data*“. Toto označenie nadobudli hlavne preto, že vďaka veľkému množstvu senzorov a ostatných prvkov v sieti vytvárajú veľké generované množstvo, majú vysokú rýchlosť generovania a vysokú pestrosť (Katal, 2013).

Zozbieranie veľkého množstva dát je vec, s ktorou sa začali zaoberať všetky firmy, ktoré chcú napredovať. Snaha firiem je nielen dáta zbierať, ale aj ich dať do pohybu a využiť maximálne ich hodnotu. Jedna z hlavných vecí pri zbere dát je stanovenie potrebných dát a výstupov, ktoré majú byť dosiahnuté zberom. Výstupom tejto akcie by mal byť plán pre ukladanie a analýzu dát. Výsledné dáta by mali trvalo zlepšovať firemné procesy.

1.1.2 Monitorovanie procesu

Digitalizácia dát a ich následné využitie prináša podnikom aj nové výzvy. Kľúčovou otázkou je ako spracovať údaje tak, aby sa z nich vytiahli informácie, ktoré prinesú podniku reálnu hodnotu. Jedna z možností ako využiť zbierané dáta je monitorovanie procesu v reálnom čase. Vďaka monitorovaniu procesu sú spoločnosti schopné udržať vysokú kvalitu výrobkov, znižovať náklady a znižovať zaťaženie životného prostredia. Pre príklad monitorovania procesu je dobré si predstaviť proces výroby konkrétneho výrobku. Pri tomto procese prechádza samostatný výrobok niekoľkými operáciami. Každá operácia prináša možnosti pre chyby, ktoré znamenajú zničenie výrobku. Ako častým monitorovaním procesu hlavne v minulosti bol zamestnanec, ktorý vizuálnou kontrolou sledoval proces a v prípade ničenia výrobkov zasiahol. V tejto dobe vďaka zberu a analyzovaniu dát je možné pracovníka nahradiť, sledovať proces a pri poruche vyradiť chybný kus a varovať operátorov, že niečo nie je v poriadku. Prípadne v rámci ohrozenia výroby zastaviť proces, alebo meniť automaticky parametre výroby pre udržanie požadovanej kvality.

Pre monitorovanie procesu existuje mnoho technológií, ktoré sa v dnešnej dobe využívajú:

- **„Envelope monitoring“** alebo aj monitorovanie pomocou obálky je štandardná technológia, ktorá poskytuje efektívne a citlivé sledovanie výrobných procesov najmä v sériovej výrobe, kde sa rovnaký výrobný proces opakuje. Vďaka správne mu zberu dát a umiestneniu senzorov je možné monitorovací systém „naučiť“ ideálny priebeh operácie. Krivka každej následne vyrobenej časti je porovnávaná s ideálnym priebehom. Ako limity sa používajú obálky, ktoré systém automaticky nastavuje okolo rozptylového rozsahu signálnych dráh. Šírku obálok je možné automaticky nastaviť, aby sa dosiahlo čo najlepšie prispôsobenie variácii procesu a tým aj najlepšie možné výsledky monitorovania. Odchýlky procesu, ktoré nespádajú do nastavených limit okamžite odstavia stroj, vďaka čomu sa zabráni ďalším chybným výrobkom a stroj je chránený pred poruchou. Sofistikované algoritmy zabezpečujú spoľahlivú detekciu aj menších chýb a zároveň sa čo najviac vyhýbajú zbytočnému vypínaniu strojov.
- **„Trend monitoring“** alebo aj monitorovanie pomocou trendu. Výrobné procesy sa nekazia iba náhle, ako tomu je pri kontrole pomocou obálky, ale aj postupne v dôsledku opotrebenia. V priebehu času sa vyskytujú poruchy stroja, zmeny pevnosti materiálu alebo podmienky mazania. Monitorovanie trendu skontroluje, ako sa procesné signály v priebehu času menia a kontrolujú vopred nastavené limity. Nastavené horné a spodné limity trendu zaisťujú, že sa proces neposunie viac ako je povolené. Moderné systémy monitorovania procesov využívajú sledovanie trendov a výsledky merania zobrazujú prehľadnou grafikou (Schwer Kopka).

1.1.3 Prediktívna údržba

Údržba v priemysle je činnosť, ktorá ma zaistiť zachovanie bezchybného chodu stroja, alebo v prípade jeho narušenia zaistiť obnovenie chodu v čo najrýchlejšom čase s čo najnižšími nákladmi. Na rozdiel od výrobného procesu, ktorý je možné takmer presne opísať a dokumentovať, je proces údržby ťažko opísateľný a často špecifický. V čase požadovaného šetrenia zdrojov ponúka priemyselná údržba rozsiahle možnosti úspor

spočívajúce v predlžovaní životnosti strojov, jednotlivých komponentov a zvyšovaní efektívnosti výroby. Podľa času zásahu údržby je možné rozdeliť údržbu do troch hlavných kategórií a to na reaktívnu údržbu, preventívnu údržbu a prediktívnu údržbu. Základné rozdelenie je zobrazené na obrázku č.2. Kapitola čerpá z (Selcuk, 2017) a (Mobley, 2002).



Obrázok č. 2 Druhy údržby (Zdroj: (Predictive Maintenance, 2021)(upravené))

Reaktívna údržba je taká, ktorá reaguje až v čase, kedy vznikne porucha. Je to najstarší prístup k údržbe. Tento spôsob údržby je využívaný hlavne pri zariadeniach, ktoré majú zanedbateľný vplyv na kvalitu a bezpečnosť výroby. Pri tomto type údržby je hlavný cieľ rýchle obnovenie prevádzky po odhalení poruchy. Ako veľká nevýhoda tohto typu údržby je riziko vysokej straty, neočakávaných nákladov, alebo úplné zničenie zariadenia.

Preventívna údržba je taká, ktorá dbá na preventívnu kontrolu a výmenu dôležitých a často poruchových komponentov. Výmena prebieha v pravidelnom intervale a neberie sa pri tom na zreteľ ich aktuálna kondícia. Pekný príklad k preventívnej údržbe je výmena oleja v motorových vozidlách, ktorá prebieha pravidelne, bez ohľadu na jeho stav. Praktikovanie preventívnej údržby sa vyskytuje najčastejšie pri komponentoch, pri ktorých nie je možné sledovať kondíciu, alebo je to finančne náročné. Dĺžka intervalu sa najčastejšie stanovuje na základe rád dodávateľa, alebo vlastnej skúsenosti. Medzi výhody preventívnej údržby patrí najmä jednoduchá organizácia práce. Na druhú stranu predstavuje tento prístup zbytočné výdavky a nedbanlivosť k životnému prostrediu, kde ešte stále kvalitné komponenty končia ako vyradené.

Prediktívna údržba sa venuje reálnemu stavu stroja a určuje jeho budúci stav. Ide o snahu určiť správny moment pre údržbu pomocou využitia pokročilých štatistických

metód, pokročilých analýz a často aj umelej inteligencie. Na rozdiel od preventívnej údržby je údržba každého zariadenia posudzovaná a plánovaná na základe aktuálneho stavu zariadenia, pričom prostredníctvom rôznych modelov sa snažíme odhadnúť čas a dátum poruchy. Následne je možné predĺžiť či skrátiť údržbové cykly podľa reálneho stavu daného zariadenia. Revolučný moment v prediktívnej údržbe priniesli inteligentné senzory, ktoré dokážu pomocou pokročilých prediktívnych modelov diagnostiku plne automatizovať. Pomocou automatického monitorovania prístrojov je možné zvýšiť presnosť predikcie a pokryť nielen kritické zariadenia, ale všetky zariadenia potrebné pre plynulý chod výroby. Myšlienka prediktívnej údržby sa zdá na prvý pohľad dobrá, ale treba prihliadať na fakt, že je nesmierne ťažké určiť, aké dáta sú pre analyzovanie potrebné, a či je možné ich zo zariadenia efektívne získať. Postup pri zavedení prediktívnej údržby je nasledovný (Ustundag, 2018):

1. **Identifikácia kritických zariadení.** Prediktívna údržba si vyžaduje vysokú počiatočnú investíciu, preto je dôležité určiť zariadenia, ktorých sledovanie má zmysel, pretože pri ich nečakanej poruche spôsobujú straty a prestoje, ktoré stoja firmy väčšie peniaze, ako samostatná diagnostika.
2. **Identifikácia degeneračných mechanizmov.** Každá porucha je iná. Treba si vedieť určiť, či sa jedná o náhle poruchy alebo o dlhodobý proces degenerácie určitého komponentu na stroji, ktorý chceme monitorovať.
3. **Identifikácia kľúčových parametrov.** Pred začiatkom sledovania treba mať zmapované parametre, ktoré môžu ovplyvňovať chod zariadenia a pomocou ktorých je možné dosiahnuť presnejšiu predikciu.
4. **Zavedenie monitoringu zariadenia.** Implementácia senzorov, zberného zariadenia, analyzačného systému, interpretácia a uskladnenie dát. Výsledkom tohoto kroku by mal byť prehľadný celok dát, ktoré slúžia k dosiahnutiu predikcie.
5. **Návrh predikčného algoritmu.** Na základe zvolených parametrov je možné otestovať viacero algoritmov a vybrať najvýhodnejšieho kandidáta. Výber predikčného algoritmu je kritická časť prediktívnej údržby a správny postup určí dosiahnutie požadovaných výsledkov.

6. **Implementácia prediktívneho modelu.** Jedná sa o nasadenie vybraného predikčného algoritmu do výrobného procesu. Pripojenie algoritmu na skutočné priemyselné dáta, ich spracovanie a následná vizualizácia.
7. **Integrácia prediktívnej údržby.** Začlenenie prediktívnej údržby do firemných procesov a definovanie postupov pri odhalení potencionálnej poruchy. Jedná sa o definovanie procesov a odpovede na otázky kedy a ako postupovať pri rôznych prípadoch.
8. **Vyhodnotenie prínosov.** Na konci každého procesu musí byť vyhodnotenie prínosov a výsledkov riešenia prediktívnej údržby (Prediktívna údržba, 2019).

Pri dodržaní správneho postupu prináša zavedenie prediktívnej údržby množstvo výhod, ktoré pomáhajú k modernizácii a zefektívneniu výroby:

- **Zníženie poruchovosti.** V porovnaní s preventívnou a reaktívnou údržbou je správne implementovaná prediktívna údržba najefektívnejšia. Každé zariadenie je posudzované individuálne, čím sa zabráni predčasnej výmene komponentov alebo nečakanej poruchovosti zariadenia
- **Zníženie neplánovaných odstávok.** Vďaka odhaleniu hrozby s dostatočným predstihom dostáva firma dostatok času pre plánovanie odstávky pre údržbu.
- **Zvýšenie produkcie.** Vďaka zníženiu neplánovaných odstávok a poruchovosti je možné držať výrobu v maximálnej možnej produkcii.
- **Predĺženie životnosti.** Prediktívna údržba povoľuje využívať celú životnosť jednotlivých komponentov a tým predlžuje životnosť celého zariadenia.
- **Zvýšenie bezpečnosti.** Častou príčinou úrazov je zlyhanie zariadenia. Vďaka všetkým predchádzajúcim bodom sa odstraňuje pravdepodobnosť zlyhania a tým sa zvyšuje bezpečnosť.
- **Úspory.** Všetky predchádzajúce ukazovatele vedú k hlavnej motivácii, k zavedeniu prediktívnej údržby a tou je úspora peňazí. Treba podotknúť, že poruchy pri priemyselnej výrobe smerujú k nečakaným odstávkam a tie stoja

nemalé peniaze. Odstránením rizík firma nestráca financie, ale naopak, dochádza k veľkej úspore financií (Prediktívna údržba, 2019).

Všetky výhody so zavedením prediktívnej údržby sú lákavé, no ako pri všetkom, aj v tomto prípade existujú značné riziká:

- **Typ poruchy nie je možné predikovať na základe dostupných dát.**
- **Predčasné ukončenie projektu.** Dnešná mentalita firiem je často zasadená na okamžité výsledky a očakáva sa okamžitý prínos nového systému. Nasadenie prediktívnej údržby však nie je jednoduchý, ale práve naopak zdĺhavý proces, ktorý potrebuje čas. Spustením systému sa celý proces len začína a je potrebné model prediktívnej údržby rozširovať, analyzovať a vylepšovať. Tieto zásahy nie sú zadarmo a firmy často nie sú ochotné do tohto smeru investovať ďalšie peniaze.
- **Neskorá návratnosť investícií.** Ďalší problém, ktorý je spojený s prediktívnou údržbou je čas, ktorý treba na zozbieranie kvalitných dát, vďaka ktorým je možné stav analyzovať.
- **Nedostatok pracovníkov.** Modernizáciou výroby sa zvyšujú aj požiadavky na kvalifikáciu obsluhy. Čím je výroba sofistikovanejšia, tým sa nároky na obsluhu zvyšujú a firmy často trpia nedostatočným počtom takéhoto druhu zamestnancov.

1.2 Úložisko dát

Všetky systémy v dnešnej dobe pracujú s veľkým množstvom dát. Dáta, ktoré spolu súvisia sú spojované do takzvaných báz dát alebo databázy. Jedná sa o skupinu dát so spoločným účelom. Databáza je spolu s komunikačným systémom základná súčasť informačných systémov. Prístup k uloženým dátam v databáze obstaráva program, ktorý sa označuje ako SRBD. SRBD sa stará o fyzické uloženie dát, zaisťuje efektívne zdieľanie dát bez narušenia ich integrácie. Ďalšia úloha SRBD je riešenie viac užívateľského paralelného prístupu (Dobešová, 2004).

1.2.1 Relačné databázy

Relačné databázy sú charakterizované organizovanými dátami, ktoré sú riadené pomocou SRBD založeným na relačnom modeli dát (Maier, 1983). Najznámejší zástupcovia relačných databáz sú MySQL a Oracle. Hlavným dôvodom pre vznik relácií v databázach je tzv. „*informačný rys*“, jedná sa o požiadavku, aby boli všetky informácie prístupné jednotným spôsobom. V posledných rokoch sa ako ďalšou dôležitou požiadavkou stalo využitie objektovo orientovaného prístupu, ktorý sa ukázal ako efektívny pri tvorbe aplikácií a je vhodné rovnako pracovať aj s dátami.

V relačnej databáze sa vyskytujú dáta a súvislosti medzi nimi. Tieto súvislosti sú vzťahmi, ktoré treba zaznamenať. Dobrý príklad je rodné číslo s menom, kde bez priradenia vzťahu nemajú tieto údaje logické spojenie. V relačnej databáze je každý typ vzťahu modelovaný jednou reláciou. Keď sa do relačnej databázy zadáva konkrétny vzťah, ukladá sa inštancia nejakej relácie.

1.2.2 NoSQL databázy

S príchodom internetu, priemyslu 4.0, zberom dát vo všetkých oblastiach, pripojením každého domáceho zariadenia k internetu a mnoho ďalším faktorom sa generuje čoraz viac údajov, ktoré sú užitočné. Prúdy dát chodia zo všetkých strán a sú potrebné sofistikované technológie, ktoré sa s tým dokážu vysporiadať. Tieto technológie musia zvládať efektívne prijímanie ale aj následné poskytovanie údajov. Mimo veľkého množstva dát je tu ďalšia výzva a to v ich spracovaní. Veľká časť zozbieraných dát musí byť spracovaných rýchlo, pretože po určitom časovom intervale sa stávajú nepoužiteľné pre niektoré z hlavných dôvodov prečo sa zbierajú. Toto je hlavnou príčinou prečo klasické metódy skladovania pomocou relačných databáz je veľmi náročné a od určitého momentu priam nemožné. Vďaka opusteniu niektorých zásad z relačných databáz vznikli takzvané NoSQL databázy, ktoré sa pre tieto potreby zdajú byť vhodnejšie. Výhoda týchto systémov je hlavne ich flexibilita (Di Martino, 2019).

NoSQL sú nerelačné databázy, ktoré uskladňujú a prístupujú k dátam s využitím kľúčových hodnôt. Názov vznikol zo spojenie „No only SQL“ v preklade „Nie len SQL“. Na rozdiel od klasických relačných databáz, neuskladňujú dáta do riadkov a stĺpcov, ale

každá hodnota je uchovaná samostatne so svojím unikátnym kľúčom. Ďalším rozdielom je, že NoSQL databázy nevyžadujú štruktúrovanú schému pre každú tabuľku, ktorú využívajú. Neznamená to však, že sú vhodné pre ukladanie všetkých druhov dát. SQL databázy sú výborný nástroj pre ukladanie štruktúrovaných dát. Nevýhoda SQL databáz je, že pri veľkom počte dát sa stávajú pomalé. Na druhej strane sú NoSQL databázy vysoko škálovateľné. Vďaka spomínanej škálovateľnosti a flexibilitě sa pre organizácie stali tieto databázy atraktívne a využívajú ich pre uskladnenie a pracovanie s veľkými dátami (Meier, 2019).

NoSQL databázy sa rozdeľujú na 4 základné druhy s tým, že každý z nich má svoje výhody, ale aj obmedzenia.

- Databázy dokumentov – Najznámejší zástupca je MongoDB. Údaje sú uložené vo forme JSON vo voľnej forme.
- Obchody s kľúčovou hodnotou – Hodnoty sú vo voľnom formáte a prístupuje sa k nim pomocou kľúčov.
- Databázy grafov – Dáta sú reprezentované ako graf entít a ich vzťahom, pričom každý uzol v grafe predstavuje kus údajov vo voľnej forme.
- Sklady širokých stĺpcov – Dáta sa ukladajú v stĺpcoch a nie v riadkoch ako je zvykom pri SQL. Ľubovoľný počet stĺpcov možno zoskupiť alebo agregovať podľa potreby pre dotazy alebo zobrazenia údajov.

Na prvý pohľad sú všetky modely typu kľúč-hodnota. Najväčšia odlišnosť je v možnosti agregácie tejto dvojice. Ďalší významný rozdiel je spôsob, akým sa tieto hodnoty sprístupňujú. NoSQL databáze sú najčastejšie využívané ako cloudové, dátovo namáhané úložiská pre webové aplikácie. Vďaka absencii niektorých vlastností z ACID (atomicita, konzistencia, izolovanosť, trvalosť) je možné výrazné zrýchlenie a decentralizácia NoSQL databázy. Na druhú stranu existujú tvrdenia, že nevýhodou NoSQL je, že neposkytujú konkrétne zachádzanie s integritou dát. V prípade absencie relačných vzťahov je pre systém náročné zistiť, aké dáta sú uložené a ako sú vzájomne prepojené (Steinberger, 2017).

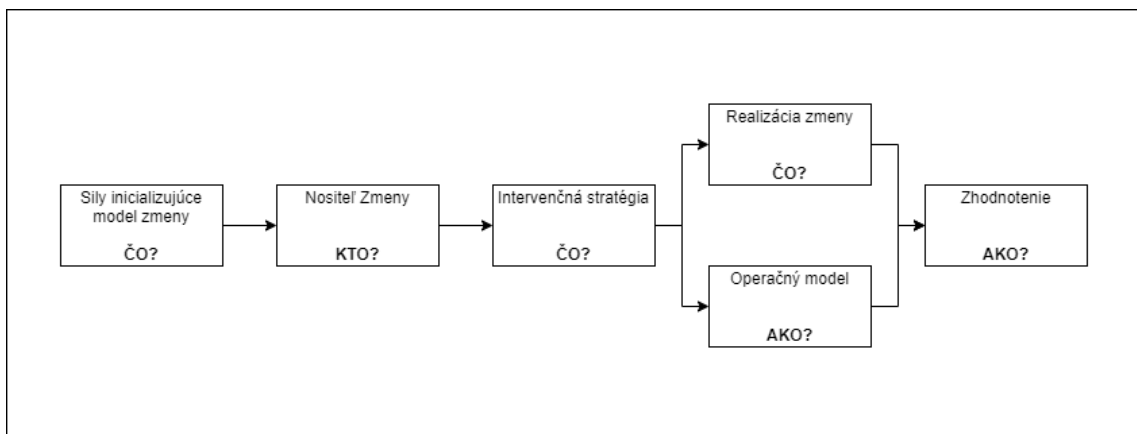
InfluxDB

InfluxDB je open-source časová databáza, ktorá bola vyvinutá spoločnosťou InfluxData. Naprogramovaná je v programovacom jazyku Go. InfluxDB poskytuje opytovací jazyk, ktorý je veľmi podobný SQL. Základná voľná verzia ponúka prácu na jednom uzle, ale verzie InfluxEnterprise a InfluxCloud ponúkajú ďalšie funkcie, ako rozdelenie záťaže. Ako veľká výhoda tejto databázy je jednoduché nasadenie, kde ju stačí nainštalovať a spustiť. Pre zrýchlenie dotazov sa odporúča využívať SSD a čo najväčšiu pamäť RAM (InfluxData).

1.3 Riadenie zmeny

Nutná podmienka pre úspech každej spoločnosti je schopnosť reagovať na zmeny. So zavedením zmeny však vždy prichádza aj riziko. Táto kapitola sa venuje riadeniu zmeny, dôvodom, prečo dochádza k zmenám, ale aj rizikám, ktoré zmeny prinášajú a metódam ako znižovať ich dopad. Kapitola čerpá z (Rais, 2007).

Základným dôvodom, prečo zmeny v organizáciách nastávajú je snaha udržať ich životaschopnosť, efektivitu a konkurencieschopnosť. Pre pochopenie zmeny je vhodné jej chápanie ako projekt, ktorý je definovaný časom, zdrojmi, konkrétnymi procesmi a merateľnými výsledkami. Medzi najznámejšie modely zmeny patrí Lewinov model, ktorý je zobrazený na obrázku č.3.



Obrázok č. 3 Lewinov model (Zdroj: vlastné spracovanie, prebraté z (Rais, 2007))

Riadenie zmeny je možné rozdeliť na základné činnosti, pri ktorých je dôležitá ich postupnosť a načasovanie:

- 1) **Analýza situácie** – Výstupom prvej časti je rozhodnutie, či je potrebné vykonanie zmeny. K takémuto rozhodnutiu je potrebná analýza spoločnosti. Súčasťou analyzovania je najčastejšie analyzovanie vonkajšieho okolia, odborového okolia, interných faktorov firmy a finančnej analýzy spoločnosti. Vďaka analýzám by mali byť identifikované všetky silné a slabé stránky spoločnosti ako aj jej hrozby a príležitosti. Popri analyzovaní situácie sa vykonáva aj **analýza rizík**, ktorej sa venuje nasledujúca kapitola.
- 2) **Identifikácia agenta zmeny** – Po rozhodnutí o vykonaní zmeny nasleduje identifikácia agenta zmeny. Agent zmeny je jednotlivец alebo skupina, ktorá je nositeľom celého procesu zmeny. Hlavná úloha agenta zmeny je poznanie skupín, ktoré sú dôležité pre zmenu, či už v pozitívnom alebo negatívnom smere.
- 3) **Identifikácia intervenčných oblastí** – V tomto kroku je potrebné identifikovať oblasti, v ktorých zmena nastane a tieto zmeny špecifikovať. Hlavné oblasti, do ktorých zmena v spoločnosti zasahuje sú:
 - **Ľudské zdroje**
 - **Štruktúra spoločnosti**
 - **Technológia**
 - **Procesy spoločnosti**
- 4) **Intervencia zmeny** – Pri intervencii zmeny je dôležité, aby všetci zainteresovaní vedeli, prečo zmena nastáva a čo prinesie.
- 5) **Verifikácia dosiahnutých výsledkov** – Záverečná fáza zavedenia zmeny sa venuje zhodnoteniu dosiahnutých výsledkov. Najlepším spôsobom hodnotenia je porovnanie kvantitatívnych výsledkov.

1.3.1 Riziko

Ako bolo spomenuté v predchádzajúcej časti, so zmenou vždy prichádzajú aj riziká, ktoré je potrebné analyzovať a odstraňovať. Riziko je možné chápať ako možnosť, že existuje nejaká pravdepodobnosť udalosti, ktorá sa líši od predpokladu. Súčasťou rizika nie je len

pravdepodobnosť, že daná udalosť nastane ale aj kvantitatívny dopad udalosti. Riziko je možné rozdeliť podľa príčiny alebo zdroja nebezpečia:

- Rozdelenie podľa príčiny rizika:
 - Ovplyvniteľné riziko – Príčinu rizika je možné čiastočne ovplyvniť a predvídať.
 - Neovplyvniteľné riziko – Jedná sa o príčiny, ktoré nie sú na dosah, nemôžu sa ovládať ani predpovedať.
- Rozdelenie podľa zdroju nebezpečia:
 - Finančné riziko
 - Riziko z vyššej moci
 - Technické a technologické riziká
 - Riziko zlyhania ľudského faktoru

Analýza rizík

Spoločne s analyzovaním situácie a rozhodovaním o zavedení zmeny prebieha aj analýza rizík, ktoré zmena prináša. Jedná sa o proces, ktorý stanovuje riziká a závažnosť ich dopadu na zmenu. Analýza rizík sa skladá z postupnosti krokov:

- 1) Identifikácia aktív** – Jedná sa o vymedzenie posudzovaného subjektu.
- 2) Stanovenie hodnoty aktív** – Ohodnotenie vymedzených aktív, hodnoty ich straty, alebo zmeny.
- 3) Identifikácia hrozieb a slabín** – Identifikácia udalostí, ktoré môžu negatívne ovplyvniť hodnotu aktív. Určenie slabých miest subjektu.
- 4) Stanovenie pravdepodobnosti a dopadu** – Ohodnotenie hrozieb a určenie pravdepodobnosti ich výskytu.

Metódy pre analyzovanie rizika sa delia na dve základné prístupy a to na kvalitatívne metódy a kvantitatívne metódy.

Kvalitatívne metódy sú také, kde je riziko vyjadrené v určenom rozsahu. Úroveň rizika je najčastejšie určovaná kvalifikovaným odhadom. V porovnaní s kvantitatívnymi metódami sú tieto metódy rýchlejšie a jednoduchšie, ale aj viac subjektívne.

Kvantitatívne metódy sú založené na matematickom výpočte. Najčastejšie je pri týchto metódach riziko vyjadrené vo forme predpokladanej ročnej straty pomocou finančnej čiastky.

Výsledkom analýzy rizík je stanovenie miery jednotlivých rizík. Najčastejšie je táto miera reprezentovaná súčinom pravdepodobnosti rizika a závažnosťou dopadu. Vďaka analýze rizík je možné určiť, ktoré riziká je potrebné znížiť, a ktoré sú pre spoločnosť akceptovateľné. Pre zvolené riziká sa následne využívajú metódy, pomocou ktorých sa riziko znižuje.

2 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU

Táto kapitola sa venuje analyzovaniu súčasného stavu, v ktorom je popísaná spoločnosť, v spolupráci s ktorou je táto práca písaná. Ďalej je analyzovaná situácia na trhu, v ktorom sa spoločnosť pohybuje a je predstavená jej produktová stratégia. Následne sú popisované dáta, ktoré má spoločnosť k dispozícii a analyzujú sa možnosti, ktoré vie firma poskytnúť. V poslednej časti sú analyzované potreby zákazníka, z čoho vychádza potreba vytvorenia webovej aplikácie, ktorej sa diplomová práca venuje. Informácie v tejto kapitole sú čerpané z vlastnej skúsenosti a konzultácií so spolupracovníkmi partnerskej spoločnosti.

2.1 Predstavenie spoločnosti

Jedná sa o technologický strojársky startup. Spoločnosť zamestnáva približne 20-25 zamestnancov. Zameranie firmy je monitoring a prediktívna údržba priemyselných zariadení a to s hlavným zameraním na obrábacie stroje. Snahou firmy je predikovať poruchy a poskytovať zákazníkovi detailné informácie o výrobe v reálnom čase.

2.1.1 Zameranie

Cieľovým trhom spoločnosti je český ale aj európsky trh používateľov a výrobcov obrábacích strojov. Pomocou implementácie navrhovaného riešenia používateľa strojov zvyšujú svoju produktivitu výroby. Medzi skupiny zákazníkov z radov používateľov obrábacích a kovacích strojov patria najmä spoločnosti, ktoré sa zaoberajú sériovou výrobou vo veľkých objemoch, alebo kusovou výrobou s vysokou cenou polotovaru. Čo sa výrobcov strojov týka, vďaka implementácii riešenia môžu ponúkať v rámci svojich strojov vyššiu pridanú hodnotu a tým zvýšiť svoju konkurencieschopnosť prevažne na zahraničných trhoch. Práve skupina výrobcov je považovaná za strategicky platnejšieho partnera pre budúcnosť firmy. Keď sa firme podarí preraziť u výrobcu, identický produkt je možné nasadiť na všetky vyrobené zariadenia rovnakého typu. V súčasnej dobe má spoločnosť rozpracované jednanie s českými aj nemeckými výrobcami obrábacích strojov.

2.1.2 Situácia na trhu

Rok 2020, ako aj začiatok roka 2021, je a aj navždy bude spojený s pandémiou nového typu koronavírusu SARS-CoV-2, ktorá zasiahla určitým smerom v podstate všetky trhy, vrátane strojárenského. Podľa dát publikovaných v časopise Svět Strojírenské techniky z roku 2020 (Markovičová, 2020), ktorý je pravidelne vydávaný Zväzom Strojárskej technológie, táto pandémia globálne znížila výkonnosť priemyslu o 4,7 percenta. Sice sa jedná o hrozivé čísla, je však predpoklad, že po prepade vzrastie výkonnosť ešte na vyššiu hodnotu, akú dosahovala. Vzájomný vzťah s výkonnosťou majú aj investície v tejto oblasti, kde je taktiež predpoklad, že po poklese počas roku 2021 investície vzrastú. V horizonte budúcich troch rokov nás v Európe čaká podľa predpokladu vzrast HDP o 1,3 percenta ročne. Vplyv na tento rast budú mať menej rozvinuté krajiny, ktoré postupne dobiehajú vyspelý svet. Prejav tohto trendu pocítíme napríklad na dopyte po motorových vozidlách a vysokokvalitnom spotrebnom tovare v týchto krajinách (Markovičová, 2020).

Práve tieto faktory podľa predpokladu spôsobia zvýšený dopyt po kvalitných výrobkoch, ktoré bude trh nútený produkovať. Takto sú do toho zapojené obrábacie stroje. Negatívny vplyv na dopyt môže mať rastúci trh s elektromobilmi, pretože ich pohonné jednotky nepotrebuju tak precízne obrobené diely, ako to je pri spaľovacích motoroch. Tento trend by mal v nasledujúcich rokoch negatívne ovplyvniť dopyt hlavne na francúzskom a nemeckom trhu s obrábacími strojmi.

Čo sa týka českého trhu, je na tom podobne ako trh európsky a ku koncu roku 2021 by malo prísť oživenie a český priemysel by sa mal postupne dostávať na pôvodnú úroveň. Česká republika sa obecnne môže pýšiť veľkou prestížou v rámci produkcie obrábacích strojov. Celosvetovo v roku 2018 skončila na 13. mieste (Markovičová, 2020).

Veľkosť trhu

Podľa výskumu z roku 2019, ktorý spracovala spoločnosť *Beroe Inc.* je aktuálna hodnota trhu s obrábacími strojmi 341,91 miliárd USD s očakávaným medziročným rastom 6 – 7 percent. Trh s obrábacími strojmi je zo 70 percent tvorený trhom s CNC obrábacími strojmi a centrami. Zvyšných 30 percent trhu je držaných konvenčnými obrábacími

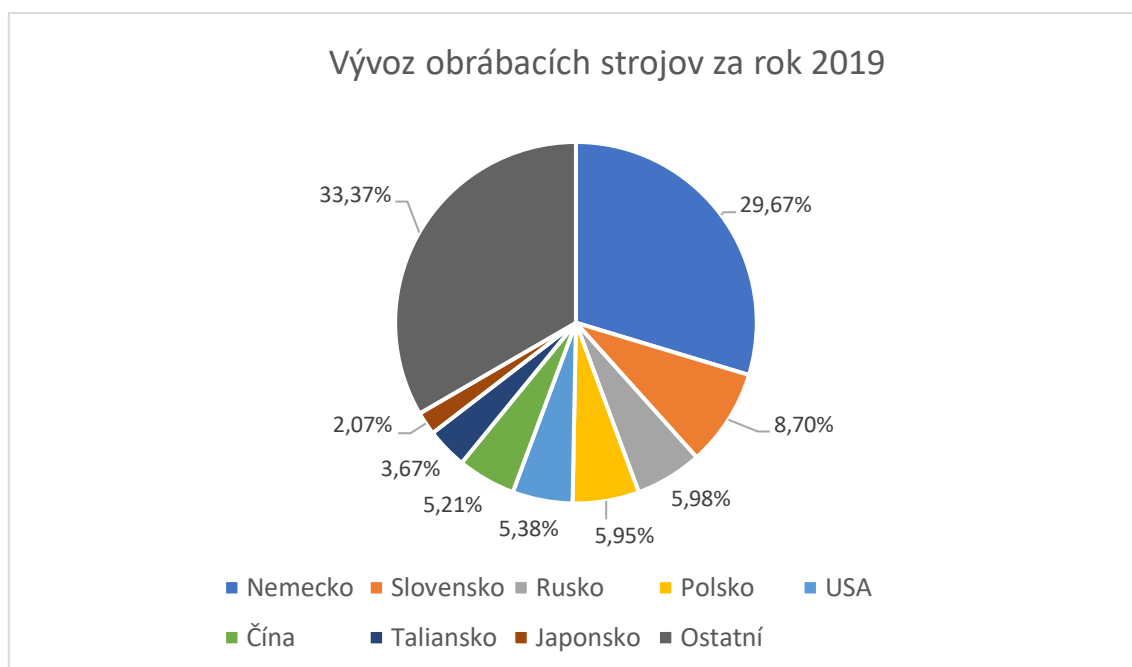
strojmi. Prognózy odhadujú rast veľkosti trhu na hodnotu 414,17 miliárd USD do roku 2022 (Hemram, 2019).

Podľa dát od Európskej asociácie obrábacích strojov a výrobných technológií *European Association of the Machine Tool Industries and related Manufacturing Technologies - CECIMO* produkujú európski výrobcovia 35 percent všetkých obrábacích strojov sveta (EUROPE PRODUCES 35% OF ALL MACHINE TOOLS IN THE WORLD, 2019). Na tomto trhu je samozrejme najsilnejšie práve Nemecko, ktoré produkuje až 46 percent všetkých európskych obrábacích strojov. Druhé miesto patrí s viac ako 20 percentami Taliansku a tretie miesto s 12 percentami patrí Švajčiarsku.

Dáta z roku 2020 od spoločnosti *Grand View Research*, ktorá sa zamerala iba na CNC centrá by mal byť ročný nárast na trhu až 7,3 percenta (CNC Machines Market Worth \$117.17 Billion By 2027, 2020). Ďalší výskum spoločnosti *Fortune Business Insight* predpovedá ročný nárast trhu o 5,1 percenta. Všetky tieto dáta potvrdzujú, že trh s obrábacími strojmi v Európe aj na celom svete je stabilný a čaká ho v horizonte dvoch až piatich rokov rast.

Z uvedených zistení je možné predpokladať, že konkurenčný boj v tomto odvetví si bude žiadať nové technológie, ktoré zaistia efektívnejšiu a kvalitnejšiu výrobu.

Pri zameraní na český trh je zaujímavý hlavne fakt, že za posledných desať rokov export obrábacích strojov silne prevažoval nad ich importom. Napríklad v roku 2019 bola celková hodnota vyexportovaných obrábacích strojov takmer 13 miliárd CZK. Medzi krajinami, do ktorých Česká republika exportuje sú mimo európskych krajín aj USA, Čína a Japonsko. Detailný obraz exportu za rok 2019 je na grafe č.1.



Graf č. 1: Vývoz obrábacích strojov (Zdroj: vlastné spracovanie)

Dopyt po obrábacích strojoch v Českej republike podľa dát CECIMO z apríla 2020 posledné tri roky klesá na súčasnú hodnotu 11,2 miliárd CZK, odhad spoločnosti však ukazuje, že do roku 2023 sa dopyt zvýši na 13,4 miliardy CZK ročne. To v súčasnosti znamená nárast o 6,3% ročne, čo zodpovedá prognóze pre celý svet od spoločnosti *Beroe Inc.* Keďže Česká republika vyžaduje export do ostatných krajín, tak nás zaujíma aj dopyt na nemeckom a slovenskom trhu. Spoločnosť *CECIMO* odhaduje, že v Nemecku bude priemerný medziročný rast dopytu do roku 2023 o necelých 10 percent ročne. Na Slovensku bude trend podobný ako vo zvyšku sveta, očakávaný rast dopytu v nasledujúcich troch rokoch presiahne 8 percent. Tieto čísla poskytujú príležitosť, ako produkt popisovanej spoločnosti implementovať na obrábacie stroje českých výrobcov aj na zahraničné trhy. Prichádza príležitosť svoj podiel na tuzemskom aj zahraničnom trhu, hlavne v Nemecku, zvyšovať. Ďalšia pridaná hodnota, ktorú českým výrobcom môže spoločnosť ponúknuť, môže zapríčiniť vyšší dopyt práve po českých obrábacích strojoch na tuzemskom aj zahraničnom trhu. Spoločnosť podľa záujmu, ktorý prejavujú firmy po ich riešení, odhaduje, že so svojím produktom môže osloviť až 5% európskeho trhu s obrábacími strojmi, do ktorých bude implementovaná ich technológia.

2.1.3 Konkurenčné faktory

V súčasnej dobe sa na trhu systémy prediktívnej údržby vyskytujú, ale nie sú schopné zaujať veľké množstvo nových zákazníkov. Lacné systémy nezvládajú sledovať mnoho parametrov obrábacích strojov, väčšinou sa jedná len o sledovanie kolízie - konkrétnym zástupcom tejto kategórie je spoločnosť IFM. Za vyššiu cenu už zákazník dostane požadovanú úroveň monitoringu spolu so systémom prediktívnej údržby - konkrétnym zástupcom je výkonné a nákladné riešenie spoločnosti SKF.

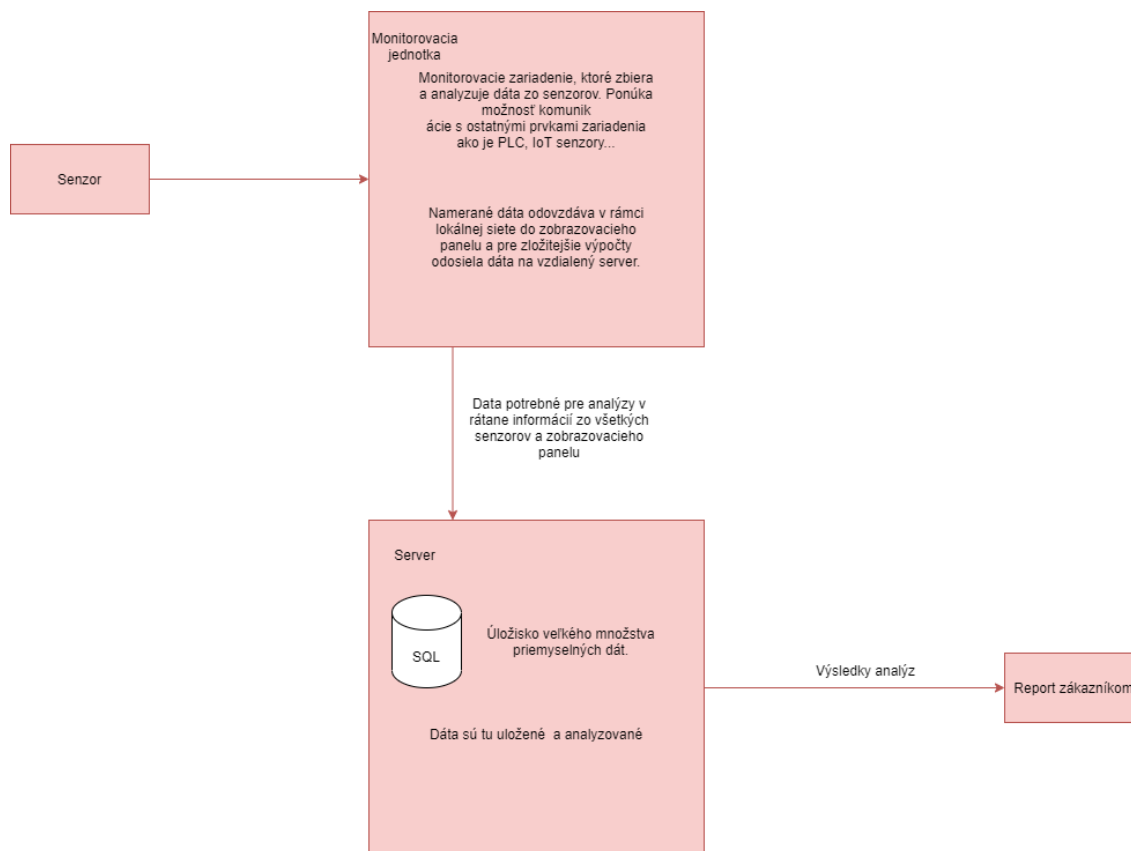
Je potrebné vziať do úvahy, že v tejto dobe je ešte často používaný pochôdzkový systém, ktorý je síce veľmi presný, ale vyžaduje na obsluhu skúseného pracovníka, ktorý dokáže kondíciu stroja odhadnúť na základe vlastných empirických skúsenosti. Faktom je, že vychovať si takéhoto pracovníka zaberie množstvo času a prichádza veľké riziko jeho straty. S príchodom čoraz väčšej automatizácie v priemysle je dosť pravdepodobné, že sa od tohto štýlu kontroly pomaly úplne ustúpi.

Partnerská spoločnosť sa vďaka svojmu know-how a vlastnému algoritmu presnosti vyrovnáva týmto skúseným pracovníkom, aj drahým popisovaným systémom prediktívnej údržby. Vďaka svojim vlastným algoritmom, cloudovému riešeniu a vlastnému systému však na rozdiel od konkurencie nevyžaduje tak nákladný hardvér a cenovo tak môže konkurovať aj lacnejším systémom s poskytnutím väčšej funkcionality.

2.2 Aktuálny stav

Cieľom tejto práce je naplno využiť už existujúce riešenie partnerskej firmy, ktoré pozostáva z monitorovacej jednotky, ktorá slúži pre zber dát z obrábacích strojov. Táto monitorovacia jednotka má veľké množstvo analýz implementovaných priamo v svojom zariadení a výsledok je možné okamžite zobrazit' obsluhu na mieste, prípadne v ohrození priamo vypnúť prístroj. Niektoré dáta však nie je možné spracovávať priamo na zariadení a je potrebné ich spracovať na vzdialených serveroch. Dáta sú uložené na úložisko na vzdialenom servery. Tieto dáta sú potom analyzované a firma poskytuje ručne vypracované reporty pravidelne svojmu zákazníkovi. Aktuálny stav je zobrazený

na obrázku č.4. Tento proces však nie je ideálny a táto práca sa zameriava na vytvorenie systému pre automatické reportovanie a poskytovanie informácií zákazníkovi.



Obrázok č. 4 Aktuálny stav (Zdroj: vlastné spracovanie)

2.2.1 Úložisko

Ako už bolo spomenuté, firma prijíma dáta zo svojich monitorovacích jednotiek na svoje lokálne servery. V aktuálnom stave sa jedná o relačné SQL databázy mariaDB. Databáza je navrhnutá tak, že existuje jedna hlavná databáza, ktorá v sebe nesie svoju hlavnú štruktúru. V rámci tejto databázy sú jednotlivé tabuľky komplexne previazané a nesú informáciu o jednotlivých užívateľoch a senzoroch, sú v nej konfigurácie, informačné správy a všetky informácie, ktoré sú potrebné pre chod systému dôležité. Kritická časť prichádza až v uložení samostatných dát, ktoré prichádzajú zo všetkých monitorovacích jednotiek. Pri nasadení monitorovacej jednotky do fabriky sa pre každú nasadenú monitorovaciu jednotku vytvára samostatná databáza. Do tejto databázy sa následne zapisujú desiatky zápisov každú sekundu. Všetky dáta majú svoj čas, číslo senzoru v rámci monitorovacej jednotky a samostatnú hodnotu. Takéto dáta sa potom ďalej

spracovávajú a manipulácia s nimi zaberie enormne veľa času. Z tohto dôvodu sa táto práca v časti návrhov riešenia bude zaoberať práve možnosťou prechodu na alternatívny spôsob uloženia veľkých dát ako je SQL databáza.

2.2.2 Odosielanie a prijímanie dát

Pre odosielanie dát z monitorovacej jednotky sa využívajú dva spôsoby. Jedným zo spôsobov je TCP správa. Druhý spôsob je správa UDP. Základným rozdielom je, či sa jedná o dáta, ktoré sú pre analyzovanie nepostrádateľné alebo nie. Všetky dáta prenášané cez sieť sú odosielené pomocou vlastného protokolu. Pre správne roztriedenie dát nestačí odosielanie fyzikálnej veličiny. Pre správne zaradenie je potrebné poznať, z ktorého zariadenia bola správa odoslaná, ku ktorému senzoru patrí a čas, kedy bola hodnota nasnímaná. Pri odosielaní fyzikálnych veličín sa jedná o vysokú vzorkovaciu frekvenciu a dáta sú odosielené UDP paketmi, pretože aj keď sa jedná o neoverenú metódu, pri ktorej nie je zaručené, že sa dáta nestratia, pri stabilnom internetovom pripojení, o ktoré sa spoločnosť usiluje v každej továrni, je stratovosť paketov minimálna. Pre dáta, ktoré informujú o zásadných zmenách vo výrobe, ktoré sú pre správny výpočet analýzy kľúčové sa však využíva TCP paket. V tomto prípade sa jedná napríklad o výmenu nástroja, zmenu výrobku alebo podobné zásahy, ktoré sú detekované automaticky systémom alebo ich zadáva používateľ. Na prijímanie oboch správ je vytvorená na firemných serveroch aplikácia implementovaná v jazyku C++, ktorá funguje na základe nekonečnej slučky, ktorá neustále čaká na prichádzajúce správy. Po prijatí správy hlavná slučka vytvorí vlastné vlákno na spracovanie správy a vracia sa na čítanie ďalších správ. Jedná sa teda o kongruentný UDP a TCP server. Jednotlivé vlákna postupujú v spracovaní správy, ktorú postupne prechádzajú a podľa hodnôt obsiahnutých v správe k nej špecificky pristupujú. Na základe typu správy, ktorý je v hlavičke paketu vedia, či sa jedná o správu dátovú alebo informačnú. Ďalej sa v hlavičke nachádza identifikátor monitorovacej jednotky. V prípade, že nie je zhodný s aktívnym zariadením, správa sa automaticky ignoruje. Pre zabezpečenie sú dáta šifrované a prekladajú sa pomocou špecifického kľúča, ktorý pozná len monitorovacia jednotka a server. Nevalidné správy sa automaticky zahadzujú hneď po prijatí a tým sa zabráni zahlteniu pri pokuse o preťaženie. Pri opakovanom pokuse a poslanie nevalidnej správy sa IP adresa odosielateľa pridáva do firewallu. Výsledkom úspešne spracovanej správy sú dáta

uložené na správnom mieste, ktoré sú pripravené k nasledovnému analyzovaniu či vizualizácii.

2.2.3 Potreby zákazníka

V tejto podkapitole sú rozpísané potreby zákazníka, ktorý využíva služby firmy. Niektoré potreby sú úspešne uspokojené, no mnoho z nich je prácnych a správnym prístupom je ich dosiahnutie možné jednoduchším automatizovaným spôsobom. Niektoré z nich sú jednoduché pre implementáciu, len je potrebné ich dotiahnuť do konca. Pri komunikácii so zákazníkom, skúmaní konkurencie a návštevách veľtrhov spoločnosť odhalila nedostatok v prezentácii dát. Ako požadované rozšírenie chce vyvinúť webovú aplikáciu pre prezentáciu dát.

Webová aplikácia

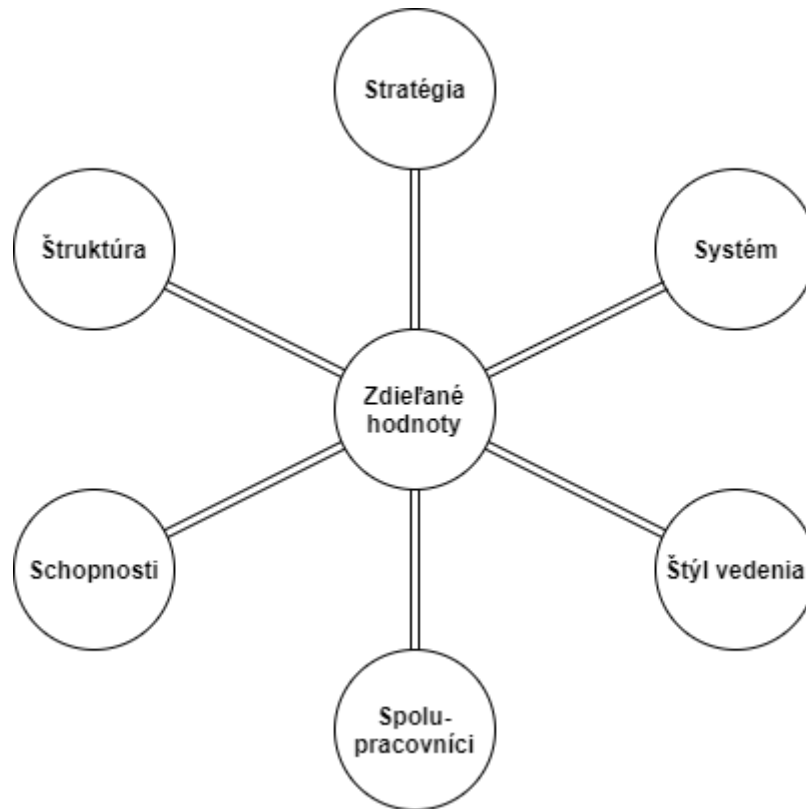
Spoločnosť trpí tým, že existuje len interná webová aplikácia, v ktorej sa nastavujú výpočty a zobrazujú dáta, ktoré je potrebné ručne kontrolovať, upravovať a reportovať zákazníkovi. Tento stav je únosný len pri malom počte zákazníkov a je veľmi prácny. Interná aplikácia pritom ponúka predlohu pre vytvorenie systému, ktorý je možné spustiť pre zákazníkov a umožniť im neobmedzený prístup k všetkým dátam.

Nedostatok štatistických dát

Ak sa chce spoločnosť rovnať svojim konkurentom, nestačí mať len lepšie analýzy, kvalitné sledovanie procesu a prediktívnu údržbu. Existuje množstvo nie tak náročných informácií, ktoré sú však pre manažment firmy nepostrádateľné a každý kvalitný systém vo výrobe ich musí obsahovať. Pri komunikácii so zákazníkom vzišlo veľakrát na otázku, či je súčasťou riešenia aj informácia o vyťažení zariadenia, sledovanie nákladov a podobné údaje, ktoré by vedenie spoločnosti o svojich zariadeniach poznalo a príde im ako zbytočné mať množstvo jednoúčelových systémov pre sledovanie každej maličkosti. Pri prezentácii dát pre zákazníka je preto potrebné poskytnúť čo najviac pohľadov a analýz, ktoré je spoločnosť schopná vyčítať.

2.2.4 Model 7S

V tejto kapitole je analyzované vnútorné prostredie spoločnosti. Pre analýzu je využitý model 7S, ktorý je zobrazený na obrázku č.5.



Obrázok č. 5 Metóda 7S (Zdroj: vlastné spracovanie podľa (Rais, 2007))

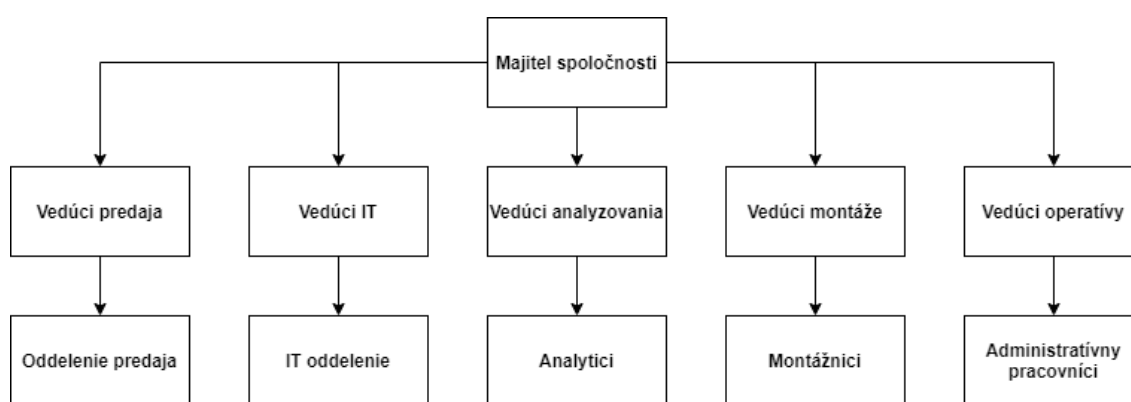
Metóda 7S sa venuje stratégii spoločnosti, systémom, štýlu vedenia, spolupracovníkom, schopnostiam, štruktúre a zdieľaným hodnotám spoločnosti.

Stratégia

Stratégia spoločnosti je vytvorenie riešenia, ktoré pomocou moderných technológií zmení prístup priemyselných tovární k údržbe. K tejto stratégii musí spoločnosť veľkou mierou podporovať vlastné výskumné projekty, ktoré je potrebné financovať nie len z externých zdrojov, preto je súčasťou stratégie konkurencia zručným firmám nie len v prediktívnej údržbe, ale aj v monitorovaní procesu.

Štruktúra

V spoločnosti funguje lineárna organizačná štruktúra, kde ako jediný riadiaci stupeň zastáva majiteľ spoločnosti, ktorý zastáva úlohu generálneho riaditeľa. Ďalším hierarchickým stupňom sú vedúci jednotlivých oddelení. Oddelenia sú predaj, IT, analýza, montáž a operatíva. Vedúci majú pod sebou niekoľko zamestnancov. Hlavná nevýhoda tejto štruktúry je prispôsobenie sa zásadnej zmene. Lineárna organizačná štruktúra sa doporučuje pre firmy, ktoré nemajú nad 30 zamestnancov, čo táto spoločnosť spĺňa, ale je vhodné pripraviť alternatívu, pretože ciele firmy sú expandovať. Štruktúra je zobrazená na obrázku č.6.



Obrázok č. 6 Štruktúra spoločnosti (Zdroj: vlastné spracovanie)

System

Spoločnosť využíva hneď radu systémov, ktoré však nie sú integrované, čo prináša isté komplikácie a spomaľovanie pracovných činností. Pre správu dokumentov a ich zdieľanie sa využívajú služby Office 365, pre komunikáciu sa využíva Slack, na monitorovanie dochádzky sa využíva Clockify. IT oddelenie využíva git pre verzovanie zdrojových kódov. Ostatné oddelenia verzujú svoje dokumenty na OneDrive. Pre analyzovanie a zobrazovanie dát sa využíva vlastný systém spoločnosti.

Štýl vedenia

Pri štýle vedenia spoločnosti zastáva spoločnosť hlavne autokratický štýl vedenia, v ktorom má manažér absolútnu kontrolu a finálne slovo pri riešení problémov a len málokedy funguje demokratický prístup, čo je slabá stránka spoločnosti, na ktorej

sa postupne pracuje, ale do značnej miery je ovplyvnená skutočnosťou, že zamestnanci sú prevažne študenti, alebo čerství absolventi, ktorým chýba potrebná prax.

Spolupracovníci

Ako bolo spomenuté v predchádzajúcej kapitole, v spoločnosti prevažuje mladý kolektív, ktorý naberá potrebné skúsenosti. Spoločnosť sa usiluje o umožnenie zamestnancom rásť popri firme, avšak naráža na problém fluktuácie zamestnancov, o ktorých je po nabrátí základných skúsenosti na trhu veľký záujem. Pri pohľade na rôznorodosť zamerania sú v spoločnosti zastúpené viaceré odbory a to prevažne informatici, strojár, ekonómovia, mechatronici a matematici.

Schopnosti

Najsilnejšou časťou firmy je know-how, ktorý počas svojho pôsobenia spoločnosť nadobudla v spracovaní signálu, na ktorý získala v roku 2021 aj patent. Snaha firmy získať pozitívne referencie na úkor zárobku sa začína zužitkovať a spolupráca s fabrikami za účelom výskumu začína prinášať svoje výsledky.

Zdieľané hodnoty

Spoločnosť má svoju firemnú kultúru založenú na flexibilitate pracovného času a neformálnej atmosfére na pracovisku.

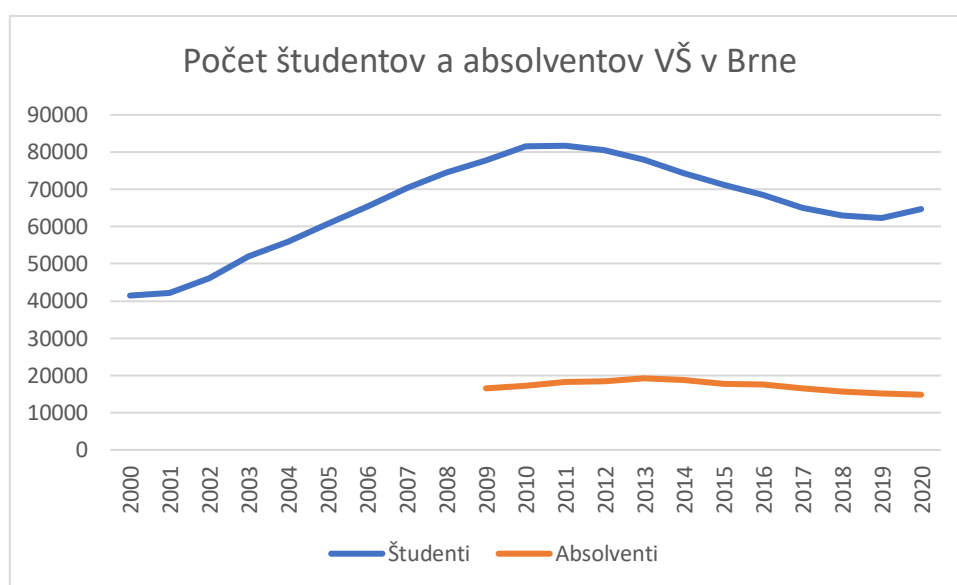
2.2.5 SLEPTE

V tejto časti je vykonaná SLEPTE analýza pre analyzovanie vonkajšieho prostredia. Analýza sa zameriava na analyzovanie zmien v okolí na základe vybraných faktorov. Tieto faktory sú sociálne, právne a legislatívne, ekonomické, politické, technické a ekologické.

Sociálne faktory

V rámci sociálnych faktorov je dôležité sledovanie správania zákazníka a jeho postoj k spoločnosti. Sociálne faktory sú ovplyvňované množstvom vplyvov. Medzi najzávažnejšími sú demografické a kultúrne prostredie, vzdelanie spoločnosti, minimálne

mzdy, zamestnanosť, ale aj štruktúra trhu práce. Čo sa týka prezentácie spoločnosti, tak pre udržanie a rozširovanie svojho mena sa zúčastňuje množstva veľtrhov s tematikou digitalizácie výroby a modernizácie priemyslu. Vďaka svojej aktívnej účasti a naberaniu pozitívnych referencií je spoločnosť schopná postupného rastu a darí sa jej dostávať do podvedomia odborníkov v priemysle. Čo sa týka zamestnancov, tak ako veľká výhoda pre firemnú stratégiu je poloha, ktorá je v blízkosti uznávaných vysokých škôl so zameraním na technické obory. Počet absolventov vysokých škôl za posledné roky je možné vidieť na grafe č.2. Vďaka polohe sa spoločnosti darí získať na svoju stranu študentov už počas štúdia a pokúša sa o výchovu svojich zamestnancov.



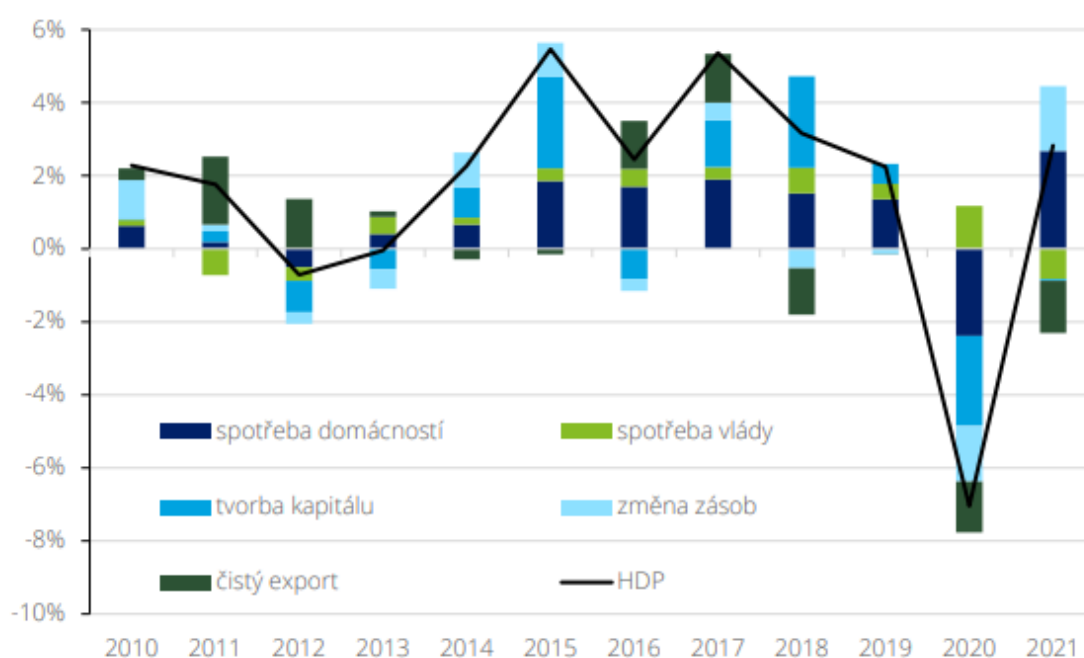
Graf č. 2 Počet študentov a absolventov vysokých škôl v Brne (Zdroj: (Data.Brno, 2021))

Právne a legislatívne faktory

Všetky firmy, ktoré existujú majú povinnosť dodržiavať legislatívu štátu, v ktorom pôsobia, v tomto prípade Českej republiky. Tým, že je Česká republika súčasťou Európskej únie, spoločnosti musia mimo štátnej legislatívy dodržiavať aj tú európsku. V poslednej dobre často spomínaný pojem je práve európske nariadenie GDPR, ktoré je v platnosti od roku 2018. Keďže spoločnosť narába s citlivými údajmi a zbiera dáta priamo od zákazníka, práve táto zmena spôsobila zaťaženie procesu či už marketingu alebo aj komunikácie s potencionálnym klientom.

Ekonomické faktory

Medzi hlavné ekonomické faktory, ktoré ovplyvňujú dopyt po produktoch spoločnosti patrí pozastavenie financovania modernizácie výroby počas pandémie. Toto opatrenie platí vo veľkej časti prevádzok, s ktorými spoločnosť spolupracuje. Vývoj ekonomiky po skončení pandémie sa dá v tejto dobe len predpokladať, ale vďaka snahe vlády aj celej Európskej únii zachovať ekonomiku, by mal byť po skončení pandémie rýchly návrat do pôvodného stavu. Zaujímavým ekonomickým ukazovateľom je rast HDP a jeho jednotlivé zložky. Vývoj HDP za posledné roky je možné vidieť na grafe od firmy *Deloitte* na grafe č.3.



Graf č. 3 Rast HDP v ČR (Zdroj: (Marek, 2021))

Politické faktory

V Českej republike sa nepredpokladajú zásadné zmeny v zákone, ktoré by ohrozili chod spoločnosti. Česká republika ako súčasť Európskej únie je stabilným politicky vyrovnaným štátom, v ktorom sa podnikaniu darí. Najväčšie riziko môže byť zvýšenie daňovej záťaže pre všetky podnikateľské činnosti.

Technologické faktory

Svet rýchlo napreduje a technologický postup je enormný, treba však konštatovať fakt, že modernizácia priemyslu zaostáva, a obor, ktorému sa spoločnosť venuje, procesnému monitoringu ale hlavne prediktívnej údržbe, nie je v lokálnych továrňach vždy prioritou. Moderné technologické spoločnosti ponúkajú najnovšie technológie ako je napríklad virtuálne dvojča, rozšírená realita továrne a mnoho ďalších, ale realitou je, že niektoré výrobné haly len v tejto chvíli začínajú so základným zberom dát a na technológiu, ktorú spoločnosť ponúka, nie sú pripravené.

Ekologické faktory

Ekologické faktory neovplyvňujú nijako zásadne chod spoločnosti. Výhodou firmy je ich prezentácia, kde jedným z argumentov pre zákazníkov je šetrenie zdravotného prostredia pri obmedzení poruchovosti výroby. Dnešná doba smeruje trendom ochrany prírody a spoločnosti sú tlačené do jej ochrany.

Zhrnutie

Na základe analýzy SLEPT boli odhalené príležitosti, ale aj hrozby, ktoré prináša vonkajšie prostredie, v ktorom sa spoločnosť nachádza. Medzi hlavné príležitosti patrí možnosť pracovať so študentami, ktorých si spoločnosť vychová, no na druhú stranu musí zapracovať na koncepte, ktorý ich udrží a po nabratí skúseností nebudú odchádzať za lepším príjmom ku konkurencii. Medzi hrozby, na ktoré sa treba pripraviť je doba počas pandémie a po nej, v ktorej firmy bojujú o prežitie a majú pozastavené investície do moderných technológií a digitalizácie výroby.

2.2.6 Porterov model piatich síl

V tejto kapitole je analyzované konkurenčné prostredie spoločnosti na základe Porteroveho modelu piatich síl, ktorý hľadá pozíciu pre spoločnosť, v ktorej sa dokáže najefektívnejšie brániť konkurencii.

Riziko vstupu nových konkurentov

Riziko vstupu nových konkurentov je v tejto oblasti vysoké. Jedná sa o trh, v ktorom sa o pokrok usiluje veľa spoločností. Veľké množstvo tovární má vlastné oddelenie, ktoré analyzuje svoju výrobu a snaží sa priniesť pokrok v tejto oblasti. Spoločnosť znižuje riziko dopadu nových konkurentov pomocou patentov. V dnešnej dobe vlastní niekoľko patentov a na ďalšie sú podané patentové prihlášky.

Rivalita medzi existujúcimi konkurentmi

Konkurencia na trhu procesného monitoringu je vysoká, kde najväčší konkurenti sú firmy ako SKF, IFM, Schwer+Kopka alebo Hatebur. Výhodou spoločnosti je kompatibilita riešenia procesného monitoringu s prediktívnou údržbou, kde konkurencia na trhu s prediktívnou údržbou je podstatne nižšia.

Vyjednávacía sila dodávateľov

Vyjednávacía sila dodávateľov je vysoká a je pre spoločnosť vážnym problémom, pretože je v súčasnej situácii plne závislá na jednom dodávateľovi, ktorý pravidelne zvyšuje ceny za svoje hardvérové komponenty. Spoločnosť sa snaží vyriešiť tento problém vývojom vlastného hardvéru, čo však trvá pomerne dlhú dobu a vyžaduje veľa financií a zatiaľ to neprinieslo žiadne výsledky.

Vyjednávacía sila odberateľov

Vyjednávacía sila odberateľov je závislá od poruchovosti kľúčových výrobných strojov, alebo ich komponentov. V každej fabrike sa nájde prístroj, ktorý je pre výrobu kľúčový a firmy ho potrebujú monitorovať. Záber na monitorovanie a prediktívnu údržbu sa však firmám oplatí viac outsorcovať a využiť firmy so skúsenosťami v spracovaní signálu a zbere dát.

Hrozba substitučných výrobkov

Substitúcia v tomto odvetví je veľmi náročná, pretože aj keď sa jedná o predaj produktu je to spojené s návrhom umiestnenia senzorov, inštaláciou a následnou údržbou. V tomto odvetví nie je priama hrozba substitučných výrobkov.

2.2.7 SWOT analýza

V tejto kapitole je spracovaná SWOT analýza, ktorá slúži, ako zhrnutie predchádzajúcich analýz a graficky zobrazuje získané informácie, ktoré z nich vyplývajú. Jedná sa o kombináciu pozitívnych a negatívnych faktorov, či už vonkajších alebo vnútorných, ktoré firmu ovplyvňujú. Zobrazenie je v tabuľke č.1.

Tabuľka č. 1 SWOT analýza (Zdroj: vlastné spracovanie)

	SWOT analýza	
	Silné Stránky	Slabé stránky
Interné	Skúsenosti v spracovaní signálu Poskytovanie servisu Riešenia na mieru pre zákazníka	Nedostatok kvalifikovaných pracovníkov Slabá prezentácia výsledkov Veľkosť firmy Pomalé spracovanie dát
Externé	Príležitosti	Hrozby
	Rozšírenie portfólia Využitie nových technológií Zisk nových zákazníkov	Zdraženie dodávateľa Strata partnerov Strata zákazníkov Strata kľúčových zamestnancov Príchod lepšej technológie

Silné Stránky

Za silné stránky spoločnosti sa dajú považovať skúsenosti so spracovaním signálu, ktoré spoločnosť nadobudla počas rokov svojho pôsobenia. Ako ďalšie pozitívum je konzultácia a osobitný prístup ku každému potencionálnemu zákazníkovi, kde spoločnosť pred odoslaním ponuky analyzuje potreby zákazníka a pripravuje riešenie na mieru. Po úspešnom nasadení riešenia a uplynutí záručného obdobia spoločnosť stále poskytuje cenovo dostupný a rýchly servis.

Slabé stránky

Medzi slabé články spoločnosti patrí absencia kvalifikovaných pracovníkov, ktorí majú dlhoročné skúsenosti s potrebnou prácou. Prácu vykonávajú študenti, alebo čerství absolventi, ktorí prinášajú funkčné riešenia ale niekedy sa plánované časy naťahujú, alebo je horšia znovu použiteľnosť riešenia. Na druhú stranu je táto politika z počiatku ekonomicky výhodná.

Absencia nepretržitého prístupu zákazníka k analyzovaným dátam vyvoláva neistotu a výrazne zaostáva za konkurenciou. Ďalšou slabou stránkou je veľkosť firmy, kde v strojárskom priemysle sú zákazníci zvyknutí na veľké firmy s dlhoročnou skúsenosťou v obore. Medzi slabé stránky patrí aj pomalé spracovanie dát, ktoré je zapríčinené nevhodným prístupom k jeho ukladaniu, čo je možné riešiť využitím novej na to určenej technológie.

Príležitosti

Hlavné príležitosti pre spoločnosť sú rozšírenie svojho portfólia o činnosti, ktoré patria k digitalizácii, a sú vhodné pre zákazníka ako doplnkové služby k produktu. V dnešnej dobe kde technológia postupuje rýchlo vpred je možná príležitosť využiť modernejšie technológie v smere spracovania, uloženie, vyhodnotenie a prezentovania dát, čím dokáže spoločnosť prilákať nových zákazníkov.

Hrozby

Spoločnosť je závislá na jednom dodávateľovi hardvéru, ktorý výrazne ohrozuje firmu zdražovaním cien. Ďalšia hrozba je strata partnerov, ktoré so spoločnosťou spolupracujú a umožňujú jej bezplatný vývoj nových technológií v svojich priestoroch. Firma ďalej trpí na závislosti na kľúčových zamestnancoch, ktorí sú ťažko nahraditeľní a ich odchod by viedol k problémom, ktoré by zdražili a spomalili realizáciu zákaziek.

2.2.8 Zhrnutie analýz

Pomocou modelu 7S bolo analyzované vnútorné prostredie spoločnosti. Medzi odhalené slabé stránky spoločnosti patrí najmä štýl riadenia, ktorý by sa spoločnosti mohol vypomstiť pri jej snahe rozšírenia, o čo usiluje.

Na základe analýzy SLEPT boli odhalené príležitosti, ale aj hrozby, ktoré prináša vonkajšie prostredie, v ktorom sa spoločnosť nachádza. Medzi hlavné príležitosti patrí možnosť pracovať so študentami, ktorých si spoločnosť vychová, no na druhú stranu musí zapracovať na koncepte, ktorý ich udrží a po nabratí skúseností nebudú odchádzať za lepším príjmom ku konkurencii. Medzi hroby, na ktoré sa treba pripraviť je doba počas pandémie a po nej, v ktorej firmy bojujú o prežitie a majú pozastavené investície do moderných technológií a digitalizácie výroby.

Porterov model piatich síl odhalil zlý vzťah spoločnosti s dodávateľmi, kde je spoločnosť závislá na dodávateľovi hardvéru. Túto skutočnosť sa snaží vyriešiť vlastným vývojom, ktorý je zatiaľ neúspešný.

SWOT analýza spojila všetky predošlé analýzy. Na jej základe vznikla tabuľka, ktorá zobrazuje základné hrozby, príležitosti, slabé a silné stránky. Na základe analyzovania stavu spoločnosti sú navrhnuté zmeny, ktorá sa budú v spoločnosti aplikovať. Týmto zmenám sa venuje nasledujúca kapitola.

2.2.9 Návrh riadenej zmeny

Podľa vykonaných analýz má spoločnosť potenciál preraziť, čomu nasvedčujú najmä skúsenosti, ktoré má so spracovaním signálu v priemysle, zaujímavé spolupráce a výhodnú polohu. Hlavný nedostatok firmy je slabá prezentácia dosiahnutých výsledkov zákazníkom. V tomto smere stráca za konkurenciou. Forma periodických reportov, ktoré spoločnosť využíva je prácna a neponúka nepretržitý prístup k informáciám, ktoré sú snímané kontinuálne a informácie sa často menia. Ako ďalší problém je prístup k ukladaniu dát, ktorý spoločnosť využíva. Využívanie SQL databázy pre ukladanie veľkého množstva časových dát z prístrojov sa ukázalo ako pomalé pri pokročilom

analyzovaní. Z tohoto dôvodu je potrebné zvoliť vhodnejšiu modernú technológiu, ktorá je pre takýto druh uloženia a manipulácie s dátami určená. V úvode tejto kapitoly je zmena analyzovaná a postupne implementovaná.

Popis zmeny

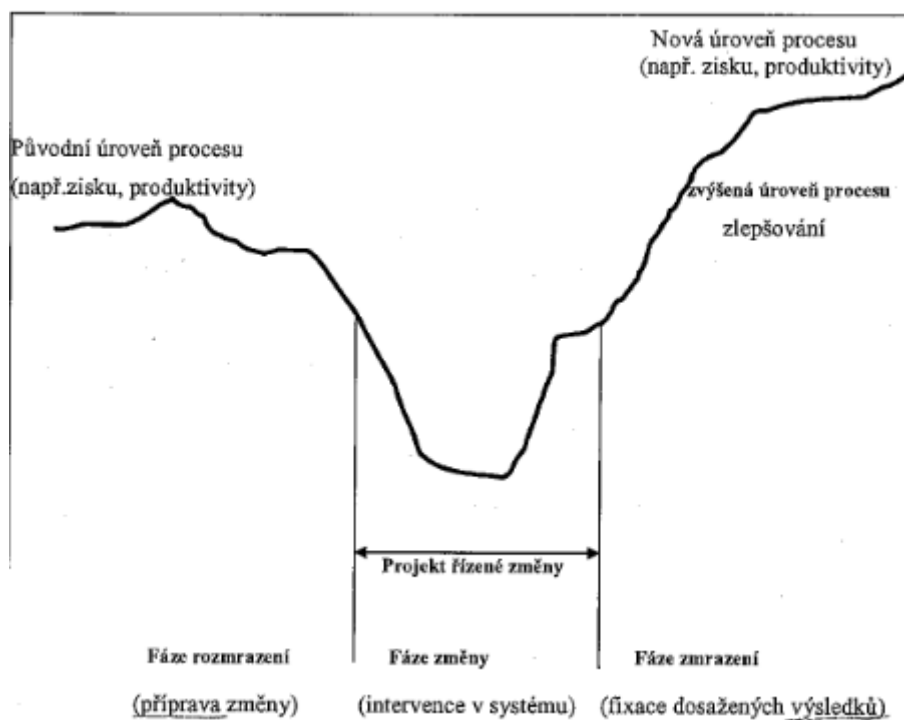
Pre lepší prístup zákazníkov k zanalyzovaným dátam je vhodnou zmenou vytvorenie webovej aplikácie, ktorá ponúkne neobmedzený prístup zákazníka k stavu sledovaného zariadenia. Aplikácia sprístupní všetky požadované informácie a odbremení spoločnosť od prácného vytvárania periodických reportov.

Druhá zmena sa týka spôsobu uloženia dát, pri tejto zmene sa očakáva nahradenia SQL databázy databázou časovou, ktorá bude schopná rýchlejšie reagovať na účely interného systému pre analyzovanie dát, ale aj novej webovej aplikácii pre ich prezentáciu.

2.2.10 Lewinov model zmeny

Podľa Lewinového modelu prebieha každá zmena v troch hlavných fázach. Tieto fázy sú:

- **Rozmrazovanie** – Táto fáza sa venuje existujúcemu správaniu a dôvodom, prečo je potrebná zmena.
- **Zmena** – Fáza zmeny prichádza, keď je spoločnosť „rozmrazená“ a všetci vedia prečo sa plánovaná zmena vykonáva.
- **Zamrazenie** - Fáza zmrazenia trojstupňového modelu robí z nového správania nový štandard pre organizáciu a zamestnancov.



Obrázok č. 7 Fáze procesu zmeny (Zdroj: (Rais, 2007))

Rozmrazovanie

Táto fáza sa venuje existujúcemu správaniu a dôvodom, prečo je potrebná zmena. V tejto časti postupuje:

- Analýza silového poľa
- Sponzor a agent zmeny
- Intervenčná stratégia

Analýza silového poľa

V tejto časti sú identifikované sily, ktoré majú vplyv na plánovanú zmenu. Sily sú rozdelené do dvoch hlavných kategórií a to na tie ktoré sú pre zmenu a tie, ktoré sú proti zmene. V tejto časti sú sily ohodnotené a to tak, že sily pre zmenu sú hodnotené škálou od +1 do +10 a sily proti od -1 po -10. Výsledkom analýzy silového poľa je sčítanie síl a zhodnotenie, či je možné zmenu realizovať.

Sily PRE zmenu:

- Zvýšenie konkurencieschopnosti +9
- Záujem vedenia +7

- Zníženie mesačných nákladov na vytváranie reportov +8
- Zjednodušenie procesov +3

Sily PROTI zmene:

- Vysoké náklady na vývoj -7
- Zaberanie kapacity programátorov z iných projektov -6

Sčítanie:

Z porovnania pre a proti zmene je zrejmé, že pre spoločnosť má veľký význam zavedenie zmeny. Pri sčítaní síl je výsledok +14. Hlavné prínosy zmeny sú väčšia konkurencieschopnosť spoločnosti, podpora vedenia a zníženie mesačných nákladov. Ako hlavná nevýhoda je investícia do vývoja novej časti systému.

Sponzor zmeny

Pri tejto zmene je sponzorom majiteľ spoločnosti, ktorý aj plne podporuje zmenu. Projekt má teda plnú podporu vedenia a uprednostňuje sa ako prioritný projekt v spoločnosti, ktorý má veľký potenciál pre zdvihnutie záujmu o produkty spoločnosti.

Agent zmeny

Agent zmeny je nositeľom a realizátorom celého procesu zmeny. Pre agenta zmeny, ktorým môže byť jednotlivec alebo skupina je veľmi dôležitá podpora od sponzora zmeny. Pri tejto zmene je agentom zmeny vedúci IT oddelenia, ktorý určuje priority práce zamestnancov oddelenia a sám navrhuje architektúru a rozšírenia systému.

Intervenčná stratégia

V tejto časti je potrebné identifikovať oblasti, v ktorých bude realizovaná intervencia a budú špecifikované zásahy do týchto oblastí. Zmena v spoločnosti sa prejaví hlavne v oblastiach:

➤ **Ľudské zdroje:**

- Analytický zamestnanci – Vytvorenie nového systému, ktorý bude neustále poskytovať zákazníkom informácie o sledovaných zariadeniach zmení hlavné pracovné činnosti dátových analytikov vo firme, pretože namiesto postupného analyzovania dát a poskytovania reportov, budú musieť kontinuálne

kontrolovať správnosť nastavenia limit procesov pre automatické vyhodnocovanie rizika a správnosť nastavenia analýz, ktorých automatizácia nie je možná a nezaobíde sa bez inžinierskeho vyhodnotenia.

- IT oddelenie – Vytvorenie novej webovej aplikácie pre prezentáciu dát a zmena spôsobu ukladania dát je plnohodnotný projekt, ktorý musí prejsť všetkými fázami od plánovania, vytvorenia návrhu, realizácie, testovania až po ukončenie projektu. Tento proces je náročný a vyžaduje si pomerne veľkú pozornosť a zmenu priorít už rozbehnutých projektov.
- Obchodníci – Vytvorenie nového systému pre zákazníkov ovplyvňuje obchodníkov, ktorý musia zmeniť svoje metódy ponúkania služieb, zakomponovať novinky do svojich materiálov a prejsť školením o novom systéme, aby boli pripravení zodpovedať potencionálnym ale aj súčasným klientom na ich otázky.

➤ **Organizačná štruktúra :**

Organizačná štruktúra firmy nebude priamo ovplyvnená zavedením zmien. Systém pre prezentáciu dát bude mať na starosti IT oddelenie, ktoré bude stále podliehať aj v rámci tejto činnosti svojmu vedúcemu, ktorý postupné kroky konzultuje s vedením spoločnosti.

➤ **Technológie:**

- Produkt – Rozšírenie funkcionality produktu podporí predajcov, ktorí majú ďalšie argumenty pri získavaní zákazníkov a spoločnosť sa posunie o krok vpred v boji s konkurenciou.
- Služby – Nasadenie systému prinesie nové služby poskytované zákazníkom a tým rozšíri portfólio spoločnosti, ktorá musí zmeniť svoj marketing a prezentáciu služieb.

➤ **Procesy firmy:**

Ako bolo spomenuté v ľudských zdrojoch, nasadenie webovej aplikácie pre prezentáciu dát, ktorá nahradí pravidelné reporty, zmení proces spracovania a vyhodnocovania dát v spoločnosti. Nasadenie novej databázy je navrhnuté tak, že sa pre vnútorné procesy spoločnosti nič nezemní.

Zmena

V tejto fáze zmeny sú popísané a chronologicky zoradené činnosti, ktoré vedú k aplikovaniu navrhovanej zmeny. Jednotlivé činnosti sú popísané v tabuľke č.2.

Tabuľka č. 2 Činnosti potrebné pre zmenu (Zdroj: vlastné spracovanie)

č.	Názov činnosti
1	Plánovanie zmeny
2	Plánovanie kapacít
3	Zber požiadaviek na webovú aplikáciu
4	Výber vhodnej databázy
5	Vytvorenie návrhu
6	Vývoj frontendu
7	Vývoj backendu
8	Testovanie jednotlivých častí systému
9	Zmeny po testovaní
10	Testovanie celku
11	Testovanie chodu
12	Zaškolenie personálu
13	Odstránenie chýb
14	Príprava propagácie
15	Migrácia starých dát
16	Prepočítanie starých analýz
17	Konfigurácia
18	Dokumentovanie nových častí systému
19	Príprava prístupov zákazníkov
20	Ukončenie vývoja a následné monitorovanie

Zamrazenie

V tejto časti je zmena zavedená a nasleduje sledovanie úspešnosť zavedenej zmeny. Pre sledovanie dopadu zmeny je vhodné využiť spätnú väzbu súčasných zákazníkov, ktorí dostanú bezplatný prístup k dátam, ale stále budú dostávať aj reporty, na ktoré sú zvyknutí. Ďalším merateľným ukazateľom je sledovanie aktivity registrovaných užívateľov na stránke, pomocou čoho sa zistí akým spôsobom novú aplikáciu využívajú, a ktoré časti sú pre nich užitočné a ktoré nie.

2.2.11 Riziková politika

V tejto kapitole je vykonaná analýza rizík podľa skórovanej metódy. Nasadenie novej webovej aplikácie ako jediný výstup pre zákazníka a súčasne zmeniť úložisko meraných dát je veľký projekt, ktorého súčasťou musí byť analýza rizík a minimalizácia možného zlyhania projektu. Pre identifikáciu rizík je využitá metóda brainstormingu v rámci spoločnosti.

Stupnica pravdepodobnosti výskytu rizika:

- Takmer žiadna: 1-2 (0% - 19%)
- Nízka: 3-4 (20% - 39%)
- Pravdepodobná: 5-6 (40% - 59%)
- Viac pravdepodobná: 7-8 (60% - 79%)
- Vysoko pravdepodobná: 9-10 (80% - 100%)

Stupnica dopadu rizika na projekt:

- Minimálny: 1-2
- Menej významný: 3-4
- Významný: 5-6
- Veľmi významný 7-8
- Kritický: 9-10

Identifikácia rizík

V tabuľke č.3 sú zobrazené možné riziká, ktoré boli identifikované aj s podrobnejším scenárom, kedy môžu nastať.

Tabuľka č. 3 Identifikácia rizík (Zdroj: vlastné spracovanie)

č.	Riziko	Scenár
1	Neprehľadná aplikácia	Prerobenie aplikácie od návrhu
2	Odchod zamestnanca	Predĺženie a predraženie implementácie
3	Zmena zadania počas implementácie	Predĺženie a predraženie implementácie
4	Prekročenie rozpočtu	Zvýšenie nákladov projektu
5	Nesprávny návrh aplikácie	Predĺženie doby projektu
6	Neúspešná migrácia dát	Strata dát
7	Výber nevhodnej databáze	Predĺženie a predraženie implementácie
8	Nesprávne zabezpečenie dát	Únik citlivých údajov
9	Zlá časová odozva aplikácie	Nespokojnosť zákazníka
10	Zlé nastavenie systému užívateľov	Nesprávny prístup zákazníka k dátam

Po brainstormingu v rámci spoločnosti bolo odhalených 10 hlavných rizík, ktoré môžu nastať pri realizácii projektu vytvorenia webovej aplikácie pre prezentáciu dát zákazníkovi a prechode na efektívnejšie úložisko dát.

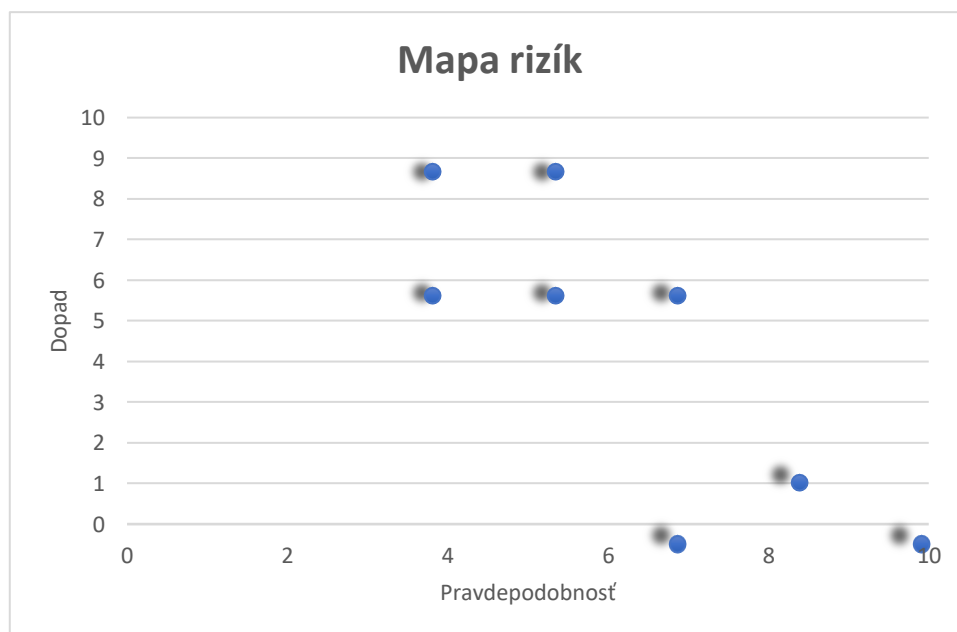
Analýza rizík

V tejto časti sú posudzované identifikované riziká. Výsledkom je tabuľka č.4, kde za pomoci skórovanej metódy sú riziká ohodnotené a sú navrhnuté opatrenia, ktoré znížia prípadné riziko.

Tabuľka č. 4 Analýza rizík (Zdroj: vlastné spracovanie)

Č.	Riziko	Pst.	Dopad	Hodnota	Opatrenie
1	Neprehľadná aplikácia	4	8	32	Získanie spätnej väzby od zákazníka počas vývoja
2	Odchod zamestnanca	7	6	42	Zdvojenie kritických pozícií
3	Zmena zadania počas implementácie	6	4	24	Poriadna kontrola zadania a všetkých prípadov použitia
4	Prekročenie rozpočtu	4	4	16	Pravidelná kontrola projektu
5	Nesprávny návrh aplikácie	9	7	63	Nepodceniť návrhovú časť a overovať, spätná väzba od zákazníka
6	Neúspešná migrácia dát	2	10	20	Zálohovanie dát
7	Výber nevhodnej databáze	3	8	24	Vyhradiť čas na research a overenie
8	Nesprávne zabezpečenie dát	3	10	30	Zaistiť pomoc tretej strany
9	Zlá časová odozva aplikácie	5	5	25	Vyhradiť čas na testovanie a optimalizáciu
10	Zlé nastavenie systému užívateľov	2	8	16	Podrobná kontrola viacerými zamestnancami

Z analýzy rizík sme dostali mapu rizík, ktorá je na grafe č.2. Mapa rizík slúži ako dobré grafické zobrazenie významnosti rizika, kde rozdelenie rizík je v tabuľke č.5.



Graf č. 4 Mapa rizík (Zdroj: vlastné spracovanie)

Tabuľka č. 5 Rozloženie na mape rizík (Zdroj: vlastné spracovanie)

Významné riziko	Kritické riziko
Bezvýznamné riziko	Bežné riziko

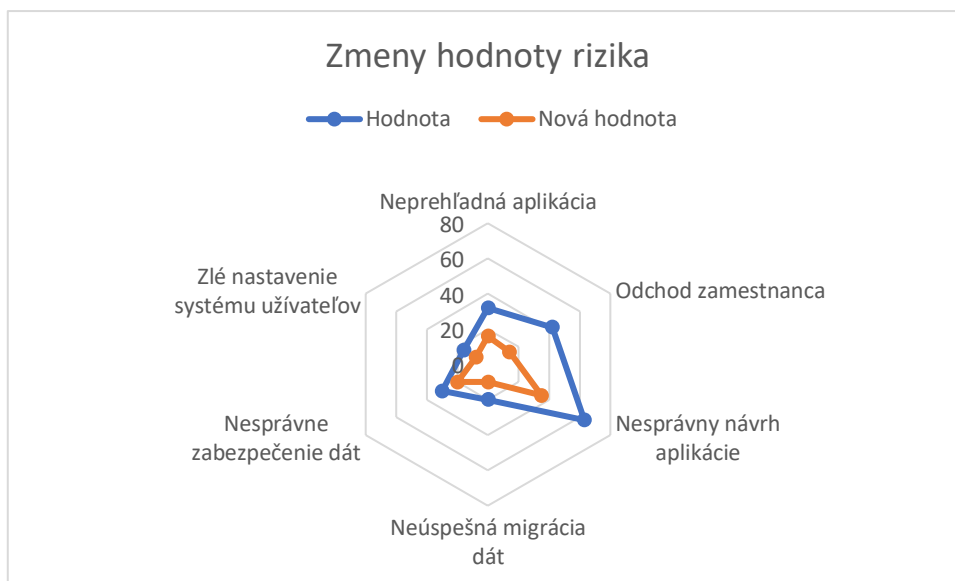
Na základe analýzy rizík boli pri kritických rizikách nasadené opatrenia, ktoré tieto riziká znižujú a tým zmierňujú ich dopad na projekt alebo pravdepodobnosť výskytu.

- **Odchod zamestnanca** – Po detailnom preskúmaní nie je možné realizovať návrh zdvojenia kritických pozícií. Hlavná príčina sú nedostatočné finančné zdroje spoločnosti. Ako navrhované riešenie sa naskytuje poriadne zdokumentovanie činnosti zamestnanca, ktorý je momentálne z ohľadu na veľkosť spoločnosti a jej finančným možností sám. Zdokumentovanie činnosti vyžaduje detailný postup pri analyzovaní dát v systéme, ale aj popis funkcionality systému, ktorý v spoločnosti úplne chýba.
- **Neprehľadná aplikácia a nesprávny návrh** – Riešením tohto rizika je zapojenie viacerých oddelení pri tvorbe návrhu. Nezbytnou súčasťou návrhu je aj spätná väzba od zákazníkov spoločnosti, ktorí najlepšie vedia s čím chcú a s čím nechcú pracovať. Pre odstránenie neprehľadnosti finálneho riešenia je vhodný agilný vývoj pri ktorom sa zákazníkovi postupne predstavujú časti riešenia, ako výhodou pre aktuálnych zákazníkov je bezplatná možnosť ovplyvniť finálny vzhľad a funkcionality aplikácie.
- **Zlé nastavenie systému užívateľov a nesprávne zabezpečenie dát** – Pri vytváraní užívateľských prístupov je potrebné vytvoriť postup, ktorý bude dodržiavaný, a ktorého súčasťou bude overenie správnosti zadaných údajov.

Bezpečnosť citlivých dát je jeden z hlavných ukazovateľov, ktorý odráža potencionálnych zákazníkov pre cloudové riešenia zberu priemyselných dát. Pre kontrolu bezpečnosti dát pred nasadením aplikácie je vhodné využiť služby skúsenej spoločnosti pre kontrolu a úpravu.

- **Neúspešná migrácia dát** – Pred migráciou dát z MariaDB do InfluxDB je potrebná záloha všetkých migrovaných dát, ktorá ponúka spätné obnovenie.

Aplikáciou opatrení nastalo zníženie pravdepodobnosti alebo dopadu rizík. Porovnanie hrozby pred opatrením a po jej aplikovaní je možné vidieť v grafe č.5.



Graf č. 5 Zmeny hodnoty rizika po opatrení (Zdroj: vlastné spracovanie)

2.2.12 Finančná časť projektu

Tento projekt sa dá rozdeliť na dve nezávislé časti a to vytvorenie webovej aplikácie pre prezentáciu dát zákazníkovi a nasadenie nového databázového systému pre uskladnenie dát. Pre vypočítanie nákladov týchto dvoch častí je vytvorenie finančného plánu náročné, pretože ide o systém na mieru. V tabuľke č.6 je vyčíslenie známych nákladov na projekt.

Tabuľka č. 6 Finančný odhad (Zdroj: vlastné spracovanie)

Položka	Cena
Webová aplikácia	
Analýza potrieb a vytvorenie návrhu	50 000 Kč
Vývoj	250 000 Kč
Testovanie	80 000 Kč
Správa	40 000 Kč
Nová databáza	
Analýza a výber riešenie	10 000 Kč
Migrácia dát	15 000 Kč
Úprava analýz	25 000 Kč
Testovanie	10 000 Kč
Spolu	480 000 Kč

Všetky časti projektu sa týkajú softvérovej časti, pretože servery, ktoré sú na tieto účely potrebné sú v spoločnosti už využívané a majú dostatočnú kapacitu. Cena ja spočítaná ako odhadovaný čas práce na úlohe krát cena pracovníka, ktorý ju bude vykonávať.

2.2.13 Časová analýza – metóda PERT

V metóde PERT sa chápe každá časť projektu ako náhodná premenná, ktorá má určité rozloženie pravdepodobnosti. Každá činnosť je odhadnutá v troch časových charakteristikách:

- **Optimistický odhad** – najkratšia možná doba trvania činnosti.
- **Realistický odhad** – najpravdepodobnejšia doba trvania činnosti.
- **Pesimistický odhad** – najdlhšia možná doba trvania činnosti.

Zmena je rozdelená do 21 činností, ktoré je možné vidieť v tabuľke č.7.

Tabuľka č. 7 Popis činností v časovej analýze (Zdroj: vlastné spracovanie)

Údaje o postupnosti činností projektu			
Činnosť	Popis	i	j
A	Plánovanie zmeny		B
B	Plánovanie kapacít	A	C,D,N
C	Zber požiadaviek na webovú aplikáciu	B	E
D	Výber vhodnej databázy	B	O
E	Vytvorenie návrhu	C	F,G
F	Vývoj frontendu	E	H
G	Vývoj backendu	E	H
H	Testovanie jednotlivých častí systému	F,G	I
I	Zmeny po testovaní	H	J
J	Testovanie celku	I	K,L
K	Testovanie so zákazníkom	J	M
L	Zaškolenie personálu	J	R
M	Odstránenie chýb	K	R
N	Príprava propagácie	B	O
O	Migrácia starých dát	D,N	P
P	Prepočítanie starých analýz	O	Q
Q	Konfigurácia	P	R
R	Dokumentovanie nových častí systému	L,M,Q	T
S	Ukončenie vývoja a následné monitorovanie	R	

K tabuľke popisu činností sú pridané odhady dĺžky trvania, štatistické ukazovatele a termíny zahájenia, ukončenia činností a časovú rezervu. Výsledky je možné vidieť v tabuľke č.8. Červené polia v tabuľke značia kritickú cestu projektu.

Tabuľka č. 8 PERT tabuľka (Zdroj: vlastné spracovanie)

	Trvanie (dni)				Štat. ukazovatele		Termíny zahájanie a ukončenia				Rezerva
Činnosť	a	b	m	t(ij)	σ^2	σ	ZM	KM	ZP	KP	RC
A	2	4	3	3,00	0,11	0,33	0	3	0	3	0
B	1	3	2	2,00	0,11	0,33	3	5	3	5	0
C	4	7	6	5,83	0,25	0,50	5	10,83	5	10,83	0
D	2	6	4	4,00	0,44	0,67	5	9	105,84	109,84	100,84
E	10	28	20	19,67	9,00	3,00	10,83	30,5	10,83	30,5	0
F	21	50	31	32,50	23,36	4,83	30,5	63	43	75,5	12,5
G	30	60	45	45,00	25,00	5,00	30,5	75,5	30,5	75,5	0
H	7	14	10	10,17	1,36	1,17	75,5	85,67	75,5	85,67	0
I	7	14	10	10,17	1,36	1,17	85,67	95,84	85,67	95,84	0
J	10	20	15	15,00	2,78	1,67	95,84	110,84	95,84	110,84	0
K	3	5	4	4,00	0,11	0,33	110,84	114,84	110,84	114,84	0
L	1	3	2	2,00	0,11	0,33	110,84	112,84	120,01	122,01	9,17
M	5	10	7	7,17	0,69	0,83	114,84	122,01	114,84	122,01	0
N	3	5	4	4,00	0,11	0,33	5	9	105,84	109,84	100,84
O	1	3	2	2,00	0,11	0,33	9	11	109,84	111,84	100,84
P	5	10	7	7,17	0,69	0,83	11	18,17	111,84	119,01	100,84
Q	2	4	3	3,00	0,11	0,33	18,17	21,17	119,01	122,01	100,84
R	3	7	5	5,00	0,44	0,67	122,01	127,01	122,01	127,01	0
S	1	3	2	2,00	0,11	0,33	127,01	129,01	127,01	129,01	0

Pre vizuálne zobrazenie bol vytvorený PERT diagram, ktorý je zobrazený na obrázku č.9. Diagram zobrazuje postup jednotlivých činností a jeho legenda je na obrázku č.8.

Činnosť		
te	ZM	KM
	ZP	KP

Obrázok č. 8 Legenda k PERT diagramu (Zdroj: vlastné spracovanie)

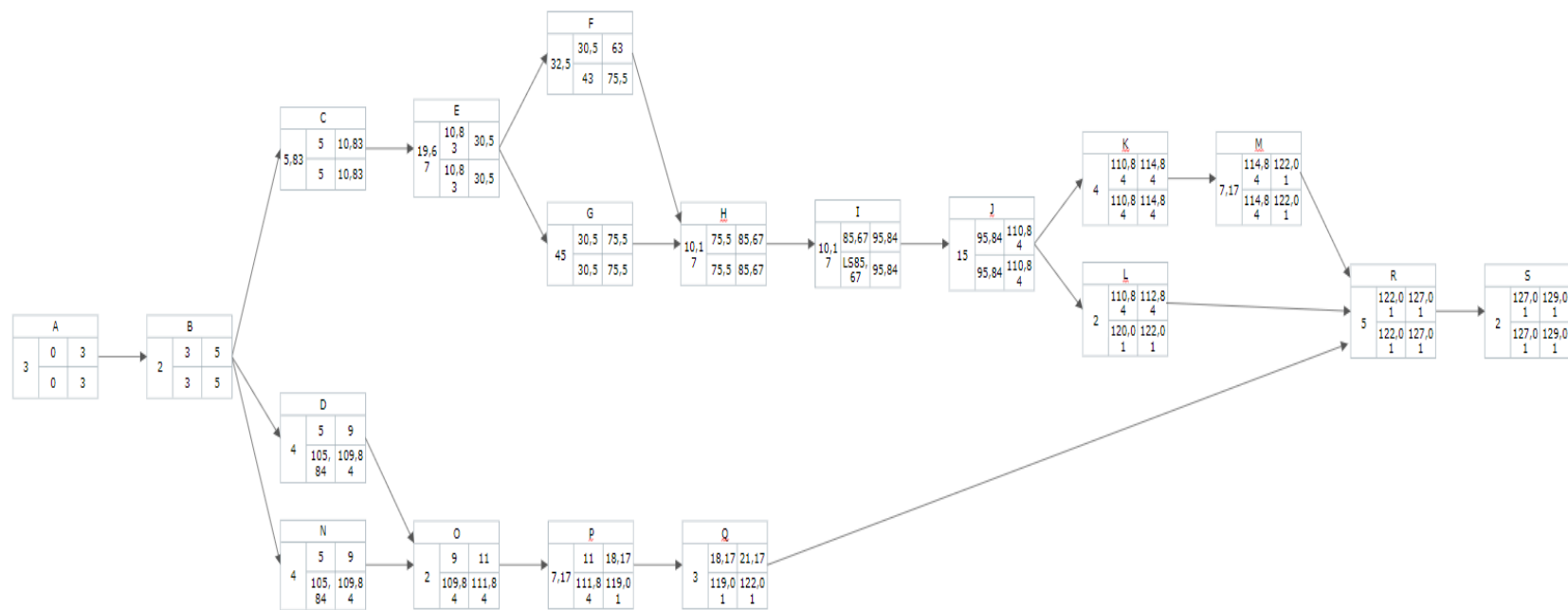
Jednotlivé polia tabuľky aj grafu sú :

- **a** - optimistický odhad doby trvania činnosti
- **b** - pesimistický odhad doby trvania činnosti
- **m** – realistický odhad doby trvania činnosti
- **t** – stredná hodnota doby trvania činnosti
- **σ²** – rozptyl trvania činnosti
- **σ** - smerodajná odchýlka trvania činnosti
- **ZM** – termín možného začiatku činnosti
- **KM** - termín možného konca činnosti
- **ZP** - termín prípustného začiatku činnosti
- **KP** - termín prípustného konca činnosti
- **RC** – časová rezerva

Kritickou cestou projektu je postupnosť činností A-B-C-E-G-H-I-J-K-M-R-S.

Časové odhady boli vytvárané v rámci konzultácie s vedúcim IT oddelenia. Stredná hodnota, smerodajná odchýlka a rozptyl boli počítané podľa týchto vzorcov:

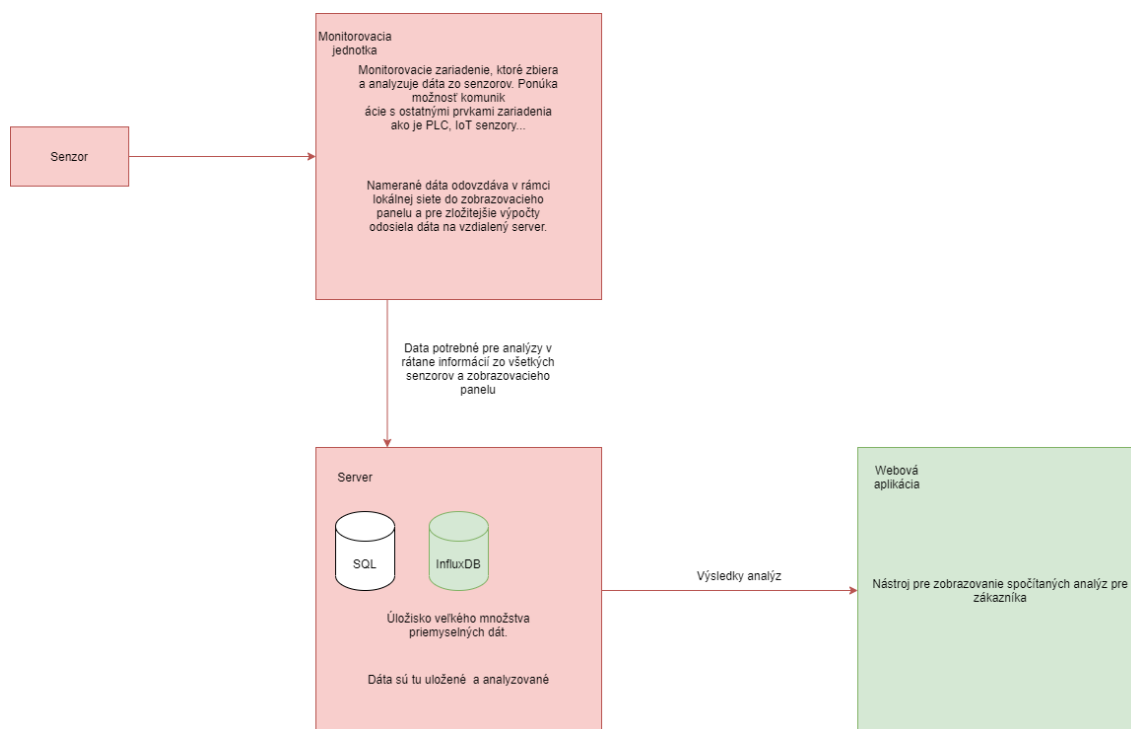
$$t = \frac{a+4m+b}{6} \quad \sigma = \frac{b-a}{6} \quad \sigma^2 = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2$$



Obrázok č. 9 PERT (Zdroj: vlastné spracovanie)

3 VLASTNÉ NÁVRHY RIEŠENIA

Pri analýze spoločnosti boli zachytené dva hlavné problémy, s ktorými sa firma pri práci s dátami a ich následným vyhodnotením pre zákazníka stretáva. Táto časť práce detailne rozoberá problémy a navrhuje riešenia, ktoré problém odstránia a prispejú tým ku rýchlejšej a kvalitnejšej práci s dátami. Riešenie poskytuje kvalitnú prezentáciu výsledkov zákazníkovi. Prvým problémom je využívanie nevhodnej databázy pre ukladanie nameraných fyzikálnych veličín. V práci je navrhnutá zmena štruktúry uloženia týchto dát a to prechodom z relačnej SQL databázy na časovú databázu Influx. Druhým problémom je forma, ktorou firma poskytuje výsledky svojich analýz zákazníkovi. Pri pravidelných reportoch a notifikáciách existuje problém, že zákazník nemá prístupné informácie o svojom zariadení v reálnom čase, aj keď sú dáta kontinuálne zbierané a analyzované. V práci je navrhnuté riešenie vytvorenia webovej aplikácie, ktorá je v aktuálnom stave vo vývoji a množstvo častí je potrebné navrhnuť, doplniť alebo kompletne zrekonštruovať. Na obrázku č.10 je zobrazená schéma systému po aplikovaní zmien.



Obrázok č. 10 Stav systému po aplikovaní zmien (Zdroj: vlastné spracovanie)

3.1 InfluxDB

Hlavná motivácia zmeny úložiska dát zo senzorov je rýchlosť, ktorá sa stane nedostačujúcou v momente, keď začnú mimo analytických pracovníkov pristupovať k dátam aj zákazníci pomocou webovej aplikácie. Cieľom nasadenia databázy InfluxDB nie je úplne opustiť aktuálny databázový systém MariaDB, ale vyňať z neho dáta zo senzorov, s ktorými sa často pracuje, dáta sa prepočítavajú a vykresľujú. Usporiadanie dát v relačnej databáze je v stave, kde v hlavnej databáze sú uchované informácie o tom, ktorá monitorovacia jednotka pripadá na danú továreň, aké ma senzory a aké analýzy sa na nej majú počítať. Tieto záznamy sú dôležité ale časté pristupovanie k nim nie je z pohľadu zaťaženia systému kritické, pretože sa jedná o malý počet dát. Kritické sú až samostatné fyzikálne veličiny získané pomocou monitorovacej jednotky priamo z výroby a časová značka, ktorá je priradená k príslušnej hodnote. Do tohto momentu bola pre každú monitorovaciu jednotku vytvorená špeciálna databáza, ktorá obsahovala dve hlavné tabuľky, ktoré je možné vidieť na obrázku č.11.

<input type="checkbox"/>	Table	Engine?	Collation?
<input type="checkbox"/>	analysis_state	InnoDB	ascii_bin
<input type="checkbox"/>	analysis_value	InnoDB	ascii_bin

Obrázok č. 11 Pôvodné tabuľky SQL databáze (Zdroj: interná databáza spoločnosti)

Tabuľka „analysis_state“ obsahuje svoj identifikátor, identifikátor konkrétnej analýzy a čas vo forme timestamp v sekundách. Toto zloženie je možné vidieť na obrázku č.12 aj s dátovými typmi.

Column	Type
id	int(10) unsigned <i>Auto Increment</i>
analysis_id	int(10) unsigned
time	int(10) unsigned

Obrázok č. 12 Tabuľka analysis_state (Zdroj: interná databáza spoločnosti)

Druhá tabuľka „analysis_value“ je prepojená s tabuľkou „analysis_state“ pomocou identifikátora analýzy, ďalej obsahuje vlastný identifikátor, hodnotu a „offset“, ktorý určuje presnejšie zobrazenie času danej sekundy z predchádzajúcej tabuľky. Toto zloženie je možné vidieť na obrázku č.13 aj s dátovými typmi.

Column	Type	Comment
id	int(10) unsigned <i>Auto Increment</i>	
analysis_state_id	int(10) unsigned	
offset	int(10) unsigned	
value	float	

Obrázok č. 13 Tabuľka `analysis_value` (Zdroj: interná databáza spoločnosti)

Ako je na prvý pohľad zrejmé, vyťahovanie, spracovanie a znovu uloženie dát do takejto štruktúry je časovo náročné a preto sa rozhodlo využiť iný spôsob. Pri výbere vhodnej databázy bolo viac kandidátov, ale ako najvhodnejší, pri pohliadnutí na možnosť bezplatného využívania základnej verzie bol práve InfluxDB, ktorý nenahradí celú databázu, ale práve popisovanú dátovú databázu, ktorá sa skladá z dvoch základných tabuliek zvlášť pre každú monitorovaciu jednotku.

3.1.1 Inštalácia

Inštalácia prebieha na server spoločnosti, ktorý beží na linuxovom operačnom systéme Ubuntu. Postup inštalácie je uvedený priamo na stránkach výrobcu (InfluxData):

- **Stiahnutie aplikácie** – Je možné priamo zo stránok výrobcu.
- **Inštalácia** – Inštalácia vyžaduje administrátorské práva v systéme. Influx využíva bez iného nastavenia TCP porty 8086 a 8088 pre komunikáciu medzi klientami a serverom a pre zálohovanie. V našom prípade sú tieto porty neobsadené a nie je potrebné dodatočnú konfiguráciu. Po kontrole portu nasleduje stiahnutie príslušného repozitáru pomocou terminálu príkazom „wget“ :

```
wget -qO- https://repos.influxdata.com/influxdb.key | sudo apt-key add -
```

Po stiahnutí je potrebná inštalácia, ktorá sa znova vykonáva pomocou terminálu nasledujúcim príkazom:

```
sudo apt-get install influxdb
```

Týmto krokom je inštalácia úspešná.

- **Konfigurácia** – Pri konfigurovaní bolo zistené, že je potrebné zvýšiť maximálny počet otvorených súborov. Pre túto úpravu je potrebné otvoriť nastavenia influx servisu a prepísať parameter *LimitNOFILE*.

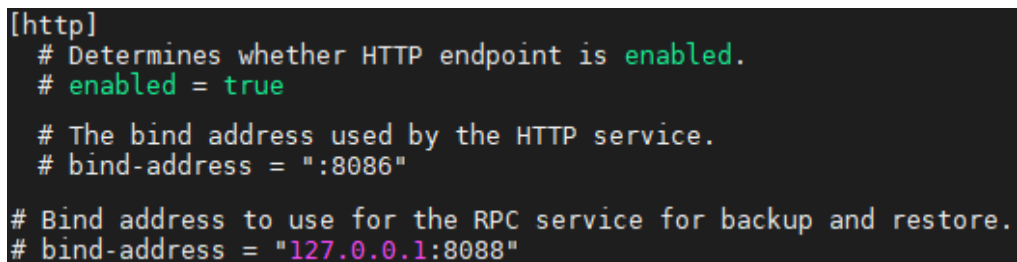
```
sudo nano /etc/systemd/system/influxd.service

LimitNOFILE=infinity
```

Ďalej nasleduje nastavenie konfiguračného súboru. V tomto kroku je potrebné otvoriť konfiguračný súbor a nastaviť IP adresu serveru, na ktorom pobeží InfluxDB, zmeniť cesty pre ukladanie dát. Otvorenie konfiguračného súboru:

```
sudo nano /etc/influxdb/influxdb.conf
```

Na obrázku č.14 je zobrazené aké nastavenia treba zmeniť.



```
[http]
# Determines whether HTTP endpoint is enabled.
# enabled = true

# The bind address used by the HTTP service.
# bind-address = ":8086"

# Bind address to use for the RPC service for backup and restore.
# bind-address = "127.0.0.1:8088"
```

Obrázok č. 14 Konfiguračný súbor influxDB (Zdroj: vlastné spracovanie)

- **Spustenie databáze** - Po úspešnej konfigurácii nasleduje spustenie pomocou príkazu :

```
sudo systemctl start influxdb.service
```

- **Vytvorenie pravidelného zálohovania dát** – Zálohovanie systému sa vykonáva na inom serveri, ako na ktorom je spustená databáza. Databázový server má nastavenú adresu 127.0.0.1 ako je vidieť na obrázku č.14. Zálohovací server musí mať na tomto mieste nastavenú adresu databázového serveru. Potom už stačí len pravidelné vytváranie zálohy pomocou príkazu:

```
influxd backup -portable -host <remote-node-IP>:8088
```

Pre automatizáciu tohto procesu je vytvorený cron, ktorý pravidelne každých 24 hodín spúšťa tento príkaz a vykonáva automatickú zálohu dát.

3.1.2 Potrebne operácie

Po úspešnom nasadení databázy je potrebná práca s databázou. Preto sú v kapitole uvedené praktické ukážky nastavenia databázy, ktorá má potrebný formát pre spoločnosť, aby mohli všetky vnútorné aplikácie fungovať bez zmeny:

- **Prihlásenie:**

```
influx -username username -password password
```

- **Vytvorenie potrebnej databázy:**

```
CREATE DATABASE dat_1
```

- **Zvolenie databázy:**

```
USE dat_1
```

- **Výber dát z konkrétnej analýzy s podmienkou a limitom:**

```
SELECT time, value FROM dat_1 where "analysis_id" = '1984' AND  
"time" < 1576410576000000000 ORDER BY "time" DESC LIMIT  
1000
```

- **Vkladanie dvojice hodnota a časová značka**

```
INSERT dat_1,analysis_id=1984 value=3.0 1576410576000000000
```

Ručné pridávanie a vyberanie hodnôt však nie je ideálne riešenie, keď sa nejedná o drobné úpravy. Všetky aplikácie v spoločnosti sú naprogramované pre komunikáciu s SQL databázou, preto je potrebné všade zmeniť prístup na databázu a spôsob pracovania s dátami. Databáza Influx ponúka možnosť komunikácie pomocou REST API:

```
http://172.16.23.200:8086/query?db=dat_1&epoch=ms&u=username&p=password
```

V rámci bezpečnosti je vhodné vytvoriť pre každú aplikáciu vlastné prihlasovanie údaje, vďaka ktorým sa dá zaznamenávať ich aktivita.

3.1.3 Migrácia dát

Pri prechode na nové úložisko dát je potrebná migrácia dát. Z tohto dôvodu je v tejto kapitole popísaný a implementovaný program v jazyku C++, pomocou ktorého je možné rýchlo prekopírovať potrebné dáta spoločnosti z databázy MariaDB do databázy InfluxDB. Hlavná a jediná úloha programu je prekopírovať potrebné analýzy na nové úložisko. Pre jednoduchosť programu je možné pri jeho spúšťaní ako argument zadať čísla konkrétnych analýz a identifikátorov monitorovacej jednotky, alebo predpripravený súbor typu CSV. CSV súbor musí spĺňať potrebný formát a to:

```
číslo zdrojovej databáze dat_XX, id zdrojovej databáze, číslo cieľovej  
databáze dat_YY, nové id pre analýzu
```

Chod programu prebieha tak, že si program na začiatku načíta zo súboru prihlasovacie údaje k oboj databázam a z argumentu alebo csv súboru analýzy, ktoré má kopírovať. Následne sa spúšťa len jedna funkcia, ktorá je na obrázku č.15.

```

void DataMover::MoveData(){

    this->database = new ConnectionToDatabase();
    connectToDb(this->sourceDevice);
    getAnalysisList();

    for(auto item : this->analysis){
        //this->rowsTransferred = 0;
        bool endData;

        idstampCheckpoint = "0";
        cout <<"Starting transfer of analysis " + to_string(item) + " with value rows from dat_" + sourceDevice + " to influxDb\n";

        //tranfering data from state and value tables
        do{
            receiveAnalysis(to_string(item));
            endData = iterateThroughResults(to_string(item));
        }while(!endData);
        if(savedPoints != 0){
            sendPoints();
        }
    }

    this->database->disconnect();
}

```

Obrázok č. 15 Hlavná funkcia migrácie dát v C++ (Zdroj: vlastné spracovanie)

Vo funkcii s názvom *MoveData* sa na začiatku vytvorí pripojenie k SQL databáze a načítajú sa všetky potrebné analýzy, ktoré sa budú vkladat' do Influx databáze. O toto načítanie sa stará funkcia *getAnalysisList*, ktorá je zobrazená na obrázku č.16.

```

void DataMover::getAnalysisList() {
    string queryList = "select DISTINCT(analysis_id) from analysis_state";
    shared_ptr<sql::ResultSet> analysisResults = database->queryStatementSelect(queryList);
    while (analysisResults->next()) {
        this->analysis.emplace_back(analysisResults->getUInt64("analysis_id"));
    }
}

```

Obrázok č. 16 Funkcia *getAnalysisList* (Zdroj: vlastné spracovanie)

Po načítaní všetkých analýz sa v rámci hlavného *for* cyklu, ktorý prechádza všetky analýzy vykonáva *while* cyklus, ktorý prechádza všetky chcené dáta v aktuálnej analýze. Funkcia *recieveAnalysis*, ktorej argumentom je číslo analýzy vytiahne do premennej *sql_result* potrebné hodnoty. Funkcia je zobrazená na obrázku č.17.

```

void DataMover::receiveAnalysis(string analysisId) {
    string query;
    //fixme s casovym limitem
    query = "SELECT analysis_state.id AS ID_state, analysis_id, time, analysis_time,computer_id, analysis_value.id AS ID_value, analysis_state_id, sort, offset, value "
            "FROM analysis_state INNER JOIN analysis_value "
            "ON analysis_state.id = analysis_value.analysis_state_id "
            "WHERE analysis_id = " + analysisId + " "
            "AND analysis_value.id > " + this->idstampCheckpoint + " "
            "AND time > " + to_string(TIME) + " "
            "ORDER BY analysis_value.id ASC LIMIT " + to_string(ROW_LIMIT);
    this->sql_result = database->queryStatementSelect(query);
}

```

Obrázok č. 17 Funkcia *recieveAnalysis* (Zdroj: vlastné spracovanie)

Hneď po funkcii *recievAnalysis* sa naplňa premenná *endData* pomocou funkcie *iterateThroughResults*. Túto funkciu je možné vidieť na obrázku č.18. Základom funkcie je *while* cyklus, ktorý prejde všetkými nájdenými hodnotami a vytvorí príkaz na vloženie dát do InfluxDB. Pretože presnosť časovej značky dát v starej SQL databáze bola menšia, je túto hodnotu potrebné upraviť na rovnaký počet miest.

```
bool DataMover::iterateThroughResults(string analysisId) {
    int rowIterator = 0;
    //no results
    if (this->sql_result == nullptr) return true;
    while (this->sql_result->next()) {
        auto nanoseconds = sql_result->getUInt64("time") * 1000000000 + sql_result->getUInt("offset");
        writeQuery += "dat_" + sourceDevice + ",analysis_id=" + analysisId + " value=" + to_string(sql_result->getDouble("value")) + " " + to_string(nanoseconds) + "\n";
        rowIterator++;
        savedPoints++;
        if (savedPoints == INFLUX_POINT_LIMIT){
            sendPoints();
        }
        if(rowIterator == ROW_LIMIT){
            idstampCheckpoint = sql_result->getString("ID_value");
        }
    }
    this->rowsTransferred +=rowIterator;
    cout << "Transferred: " << rowsTransferred << endl;
    return (rowIterator != ROW_LIMIT);
}
```

Obrázok č. 18 Funkcia *iterateThroughResults* (Zdroj: vlastné spracovanie)

Na konci každej iterácie cyklu je volaná funkcia *sendPoints*, ktorá sa pripojí na InfluxDB a vloží pripravený príkaz do databázy pomocou *http POST* metódy. Pre spracovanie url sa využíva knižnica *curlpp*. Funkciu *sendPoints* je možné vidieť na obrázku č.19.

```
void DataMover::sendPoints() {
    request.reset();
    string url = "http://" + influx_address + ":8086/write?db=dat_" + sourceDevice + "&u=admin4dot&p=ZMTepf5ZTZ3tVUvX";
    request.setOpt(new curlpp::options::Url(url));
    request.setOpt(new curlpp::options::PostFields(writeQuery));
    request.perform();
    writeQuery.clear();
    savedPoints = 0;
}
```

Obrázok č. 19 Funkcia *sendPoints* (Zdroj: vlastné spracovanie)

Pomocou tejto aplikácie a pripraveného csv súboru bola vykonaná migrácia z databázy MariaDB do databázy InfluxDB. Pre prípadné problémy boli všetky dáta zálohované. Záloha prebehla pomocou rozhrania *phpAdmin*, v ktorom je možné celú databázu alebo jej jednotlivé časti exportovať spolu s dátami.

3.2 Webová aplikácia

Prístup k internetovej aplikácii začína prvým prihlásením pomocou pracovného emailu, ktorý si firma určí a vygenerovaným heslom, ktorý na email obdrží. Po prvom prihlásení je používateľ povinný zmeniť svoje heslo. Z dôvodu uchovania súkromných informácií o zariadeniach zákazníkov je nutná vysoká miera zabezpečenia pred nepovoleným prístupom do systému, ale aj proti prístupu k dátam iných užívateľov v rámci aplikácie.

Časť aplikácie, ktorá zaisťuje zabezpečenie a prístup užívateľov do systému je rozdelená na tri hlavné časti. Tieto časti sú registrácia, autentizácia a autorizácia užívateľa.

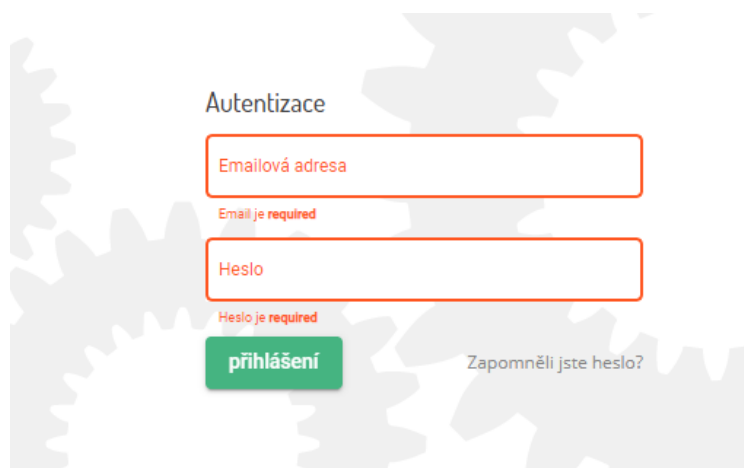
Registrácia

Prvá úloha systému je možnosť pridať nového užívateľa k čomu slúži registrácia. Registrácia do systému funguje na základe pozvánky, ktorú obdrží zákazník od spoločnosti na základe objednávky produktu, alebo od už existujúceho užívateľa s administrátorským oprávnením. Pri vytváraní prvého užívateľa danej organizácie sa nastavujú jeho oprávnenia na použitie rôznych funkcií systému a zobrazovanie konkrétnych dát a analýz. Pri prvom prihlásení si užívateľ zvolí heslo, ktoré spoločne s emailovou adresou umožňuje jeho autentizáciu.

Autentizácia

Pre autentizáciu užívateľa v systéme sú využívané dva prístupy. Prvý je pomocou emailovej adresy a hesla a druhý pomocou autentizačného tokenu. Pri prvom prístupe užívateľa do systému sú od užívateľa vyžadované identifikačné údaje. V prípade, že zadaná dvojica údajov odpovedá záznamu v databáze, je užívateľovi umožnený prístup a pre ďalšie operácie v systéme je poskytnutý autentizačný token ktorý ďalej slúži k autentizácii užívateľa.

Z dôvodu používania REST API pre komunikáciu so systémom je informácia o prebiehajúcej relácii udržiavaná na strane užívateľa v podobe autentizačného tokenu. Tento token umožňuje opakovaný prístup do systému bez nutnosti ku každému prístupu používať heslo a emailovú adresu. Z dôvodu zvýšenia bezpečnosti má token obmedzenú životnosť a po jej vypršaní je nutná jeho obnova vyplnením prihlasovacích údajov.



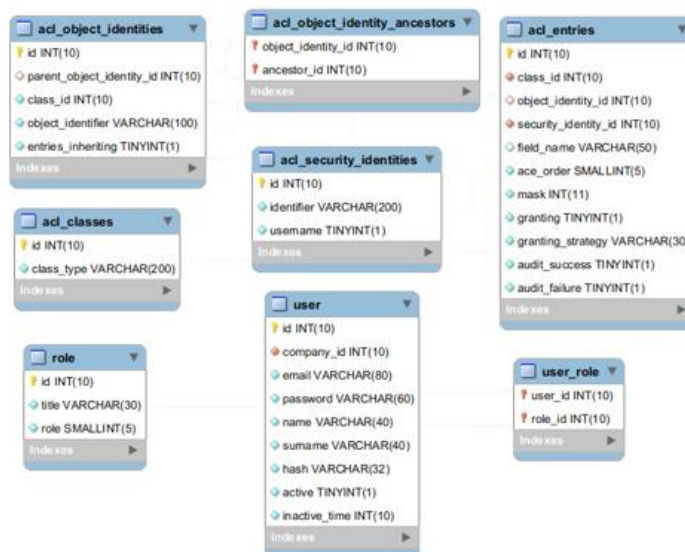
Obrázok č. 20: Prihlásenie do aplikácie (Zdroj: vlastné spracovanie)

Autorizácia

Autorizácia je proces, v ktorom sa systém na základe informácií od užívateľa rozhoduje, či má užívateľ na požadovanú operáciu oprávnenie. Riešenie tejto činnosti sa počas implementácie menilo. Prvý prístup fungoval na základe role užívateľa a jeho príslušnosti k danej spoločnosti. Tento spôsob sa však ukázal ako nedostačujúci a postupným experimentovaním bolo dosiahnuté riešenie, kde systém berie k autorizácii nie len rolu a príslušnosť, ale aj vlastnosti požadovaného objektu a vzťah medzi užívateľom a objektom.

- Rola užívateľa – Každý užívateľ ma priradenú jednu alebo viac rolí, ktoré značia prístup k odlišným funkciám systému. Role sú hierarchické, kde vyššia rola má prístup ku všetkým funkciám nižšej role a niečo navyše.
- Spoločnosť užívateľa – Všetci užívatelia systému patria do konkrétnej spoločnosti. Prvý krok pri autorizácii užívateľa je kontrola, či užívateľ a objekt patria do rovnakej spoločnosti. Aj napriek tomu, že je tento krok pre väčšinu rolí kľúčový, existujú role (napr. developer), ktoré tento krok vynechávajú a majú prístup naprieč všetkými spoločnosťami.
- Vzťah medzi objektom a užívateľom – V prvých verziách bol tento vzťah určený špecifickou tabuľkou pre každú triedu objektov v systéme. Tento prístup sa ukázal

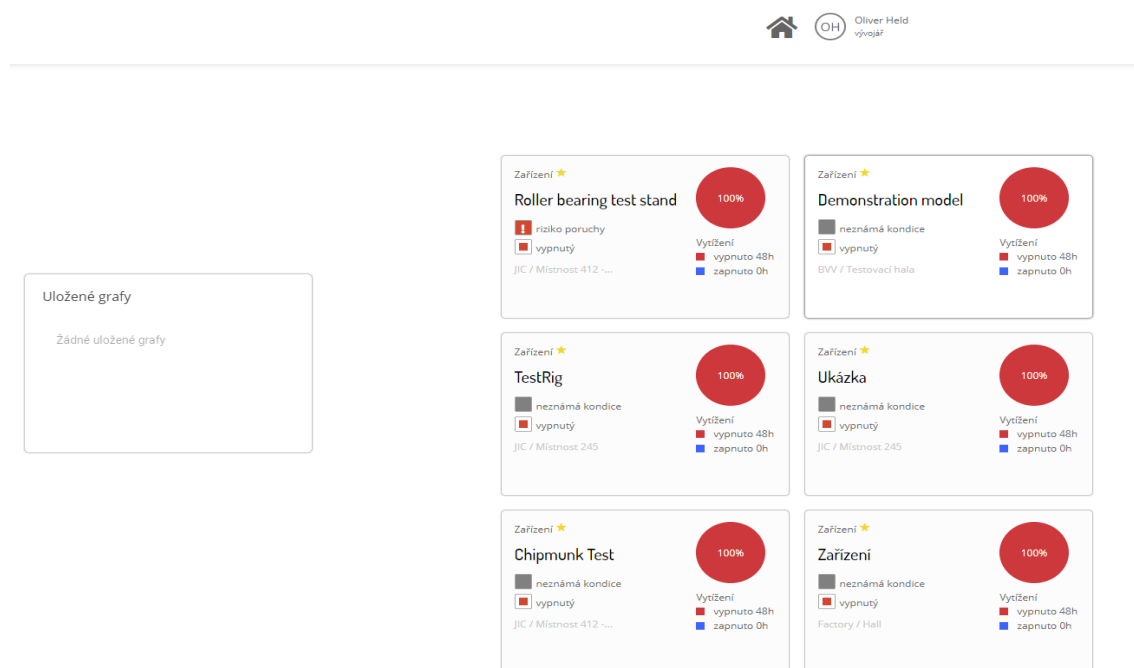
ako neefektívny a neprehľadný. Konečné riešenie využíva tabuľku s polymorfnou asociáciou, dedičnosti vzťahov a bitové masky určujúce atribúty vzťahu.



Obrázok č. 21: Diagram databáze pre autorizáciu (Zdroj: interná aplikácia spoločnosti)

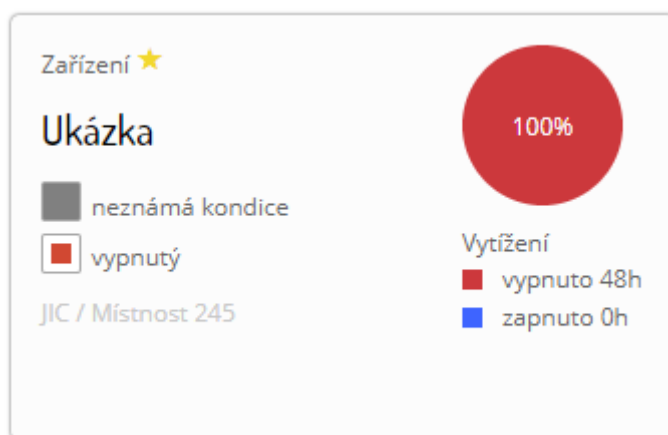
Po prihlásení má používateľ na hlavnej obrazovke zobrazené všetky monitorovacie zariadenia, ku ktorým má povolený prístup. Na ľavej strane aplikácie je zrýchlený prístup k uloženým grafom a hlavná ponuka je zoradená tak, že na začiatku zoznamu sú obľúbené zariadenia a ďalšie podľa posledného použitia. Vzhľad tejto obrazovky je na obrázku č.22.

Domovská obrazovka



Obrázok č. 22: Domovská obrazovka (Zdroj: vlastné spracovanie)

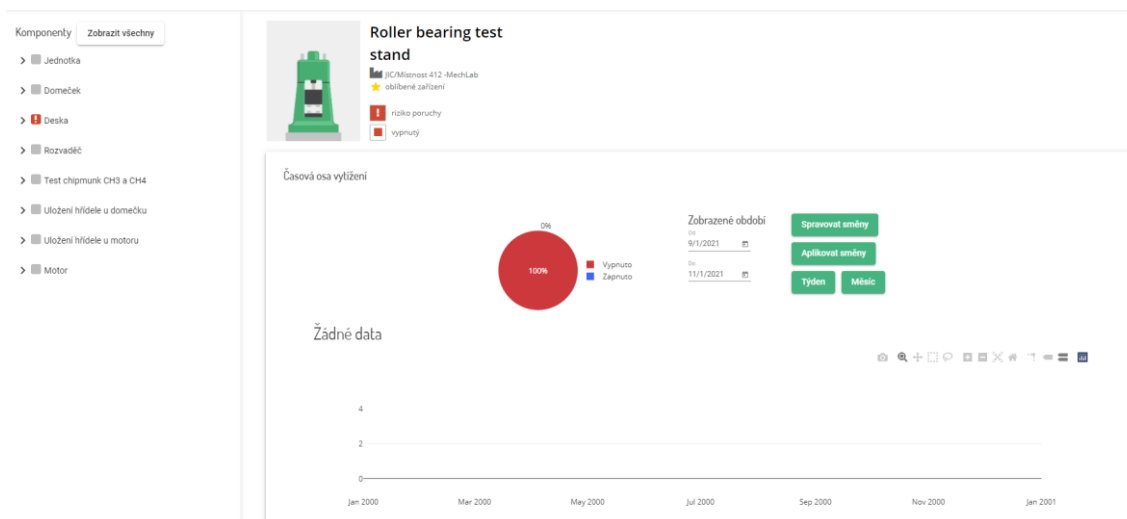
Na hlavnej obrazovke sú načítané z hlavnej SQL databázy všetky zariadenia, ktoré sú pre prihláseného užívateľa prístupné. Pri jednotlivých zariadeniach na hlavnej stránke sú dostupné základné informácie a stav zariadenia, obrázok č.23. Najväčším písmom je označený názov zariadenia. Pod ním je aktuálna kondícia zariadenia, ktorá sa určuje ako najhoršia kondícia zo sledovaných komponent na zariadení. Pod ním je farebný štvorec, ktorý signalizuje aktuálny stav zariadenia, a teda či momentálne vyrába alebo nie. V ľavom spodnom rohu je šedým textom označené miesto, kde sa dané zariadenie nachádza. Kruhový diagram v pravom hornom rohu ukazuje vyťaženia zariadenia za posledných 48 hodín.



Obrázok č. 23 Detail zariadenia (Zdroj: vlastné spracovanie)

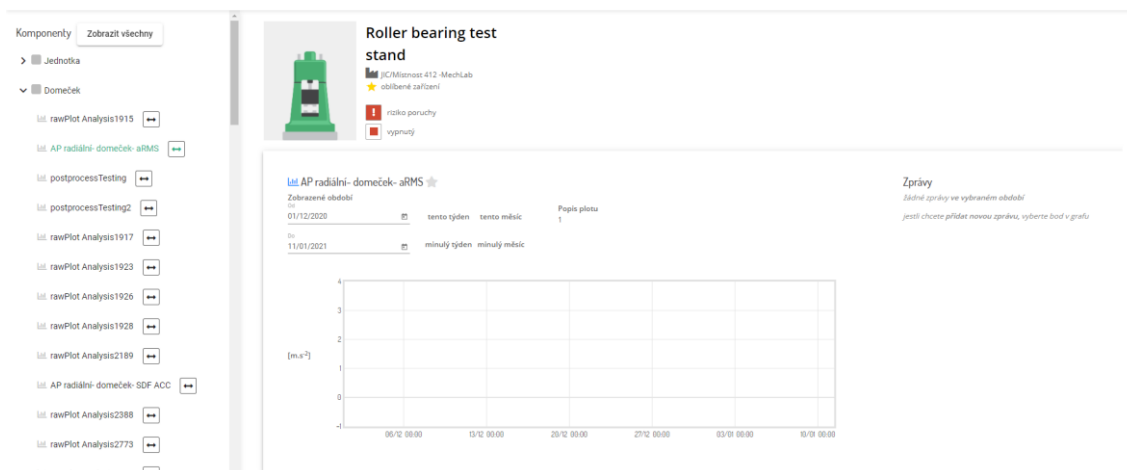
Po kliknutí na konkrétne zariadenie z hlavnej stránky sa používateľ dostane na stránku konkrétneho zariadenia. Hlavný panel v strede obrazovky na začiatku zobrazuje základné informácie, ktoré boli zobrazené už na hlavnej stránke, ale ponúka aj možnosť podrobnejšieho analyzovania vytťaženia zariadenia, kde si môže meniť časový interval, alebo zvoliť začiatok a koniec smeny, počas ktorej chce vytťaženie pozorovať. Toto je užitočné hlavne pre zariadenia, ktoré nie sú vo výrobe 24 hodín denne, ale vyrába sa na nich napríklad len na rannej smene.

Ľavý panel zobrazuje všetky komponenty, ktoré sú firmou sledované a po rozkliknutí komponenty zobrazuje všetky analýzy, ktoré sú k danej komponente prístupné. Zafarbenie komponenty červenou farbou s výkričníkom upozorňuje, že niektorá z analýz na komponente prekročila svoje limity a komponent je v rizikovom stave.



Obrázok č. 24 Stránka zariadenia (Zdroj: vlastné spracovanie)

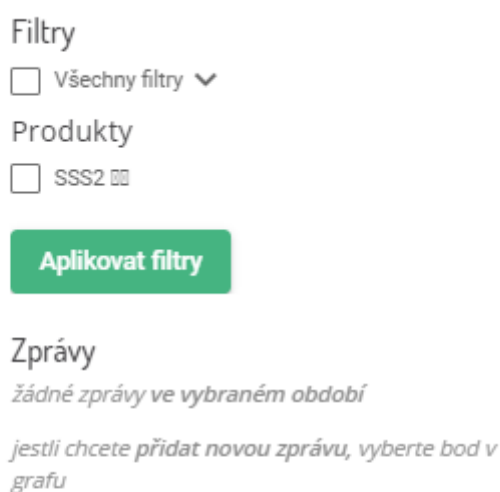
Po rozkliknutí konkrétnej analýzy sa zobrazí graf zvolenej analýzy. V niektorých grafoch, ku ktorým je limita nastavené ručne alebo pomocou algoritmu, je zobrazená hranica, pri ktorej sa dostáva sledovaný prvok do rizikového stavu, či už varovania alebo rizika. Všetky grafy v aplikácii sú vykresľované pomocou knižnice *plotly*. *Plotly* umožňuje základnú prácu s grafom priamo v aplikácii. Graf je možné priblížiť, oddialiť, nastaviť automatické prispôsobenie okna podľa dát, ale aj vygenerovať obrázok grafu a ďalšie.



Obrázok č. 25 Zobrazenie analýzy (Zdroj: vlastné spracovanie)

Pravá strana stránky ponúka možnosť filtrovania, kde je možné zobrazovať len konkrétne dáta podľa filtru. Táto vlastnosť je užitočná napríklad pri zariadeniach, ktoré vyrábajú rôzne výrobky a sledované veličiny sa líšia na základe výrobku. Vtedy je možné si

zobraziť len tie dáta, ktoré patria ku konkrétnemu výrobku. Pod možnosťou filtrovania sú zobrazené správy, ktoré sú uložené pri sledovanom komponente alebo celom zariadení za vybrané obdobie. Hlavné rozdelenie týchto správ je na manuálne pridané a automaticky generované. Automaticky generované správy pridáva systém pri zistení nečakaného správania zariadenia. Manuálne správy slúžia pre kvalitnejšie analyzovanie poruchy alebo zmeny. Užívateľ je schopný pomocou kliknutia na konkrétny bod v grafe vytvoriť novú správu kde zadá napríklad informáciu a vykonanej údržbe na sledovanom komponente alebo zariadení.



Obrázok č. 26 Filtrovanie dát (Zdroj: vlastné spracovanie)

Pri pridávaní správy užívateľ vyplní názov správy, text správy a vyberá kde všade bude správa zobrazená. Pri výbere má 3 možnosti a to zobrazenia správy len na aktuálnom grafe, zobrazenie na všetkých grafoch, ktoré patria aktuálnemu komponentu, alebo zobrazenie správy na všetkých grafoch, ktoré patria aktuálnemu zariadeniu.

Přidat novou zprávu

Název

Zpráva

Zobrazit správu na:

jen tento plot

Přidat

Zrušit

Obrázok č. 27 Pridanie správy (Zdroj: vlastné spracovanie)

Pre jednoduchšiu prácu v aplikácii existuje možnosť porovnávania grafov. Existujú dve možnosti porovnania. Prvá možnosť zobrazuje viacero zvolených grafov do jedného grafu. Dosiahnuť takéto porovnanie sa dá stlačením ikonky, ktorá sa nachádza vedľa každej analýzy v ľavom paneli. Po zvolení minimálne 2 analýz na porovnanie sa v pravom hornom rohu aplikácie zobrazí tlačidlo „Porovnať“, po ktorého stlačení sa zobrazia zvolené analýzy v jednom grafe. Druhá možnosť porovnávania je zobrazenie viacerých grafov na jednej stránke pod seba. Na vytváranie multigrafů má práva len administrátor, a preto je potrebné aby zákazník požiadal o vytvorenie multigrafu. Po pridání sa zobrazuje multigraf ako nová analýza a je možné ho nájsť v ľavom paneli, ako ostatné analýzy.

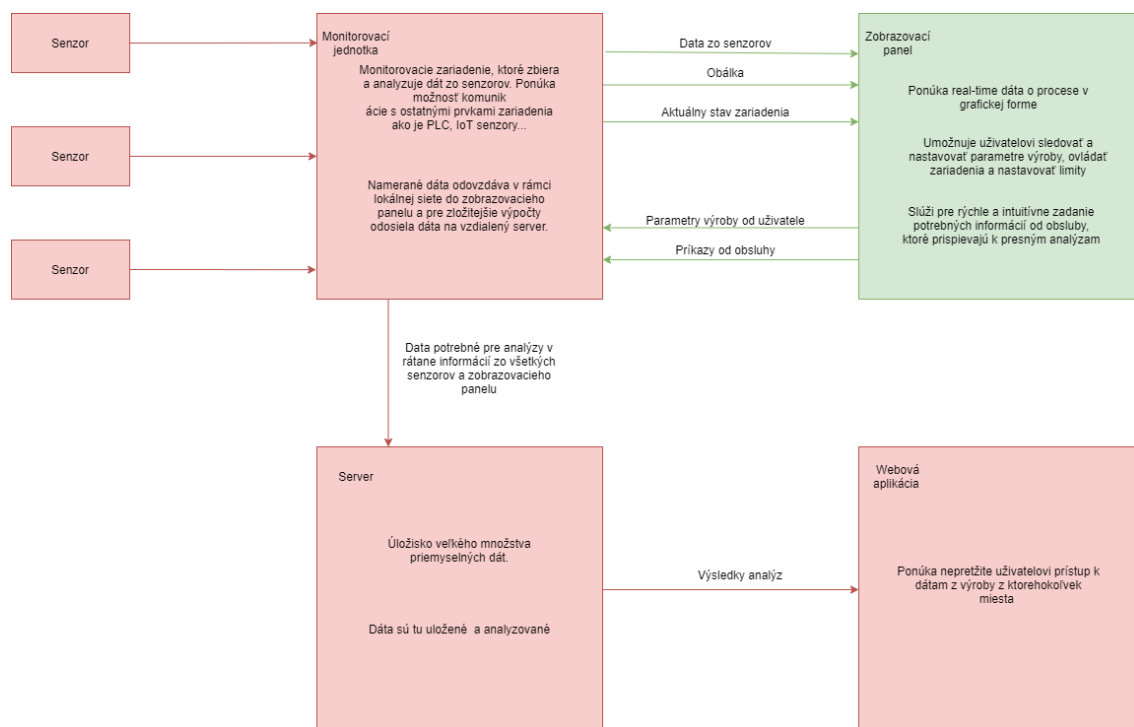
Vytvorenie návrhu ako aj samostatná implementácia prebieha pomocou postupného vývoja a konzultácie so zákazníkmi vďaka čomu spoločnosť dostáva spätnú väzbu už počas implementácie. Tento štýl vývoju zabraňuje náhlejšej nespokojnosti zákazníkov pri predstavení novej aplikácie a ponúka možnosť aktuálnym zákazníkom pridať funkcionality bez nutnosti platenia rozširujúcich modulov, ktoré sú plánované pre zákazníkov po dokončení a finálnom otestovaní aplikácie.

3.3 Vyhodnotenie

V práci bola úspešne nasadená nová databáza InfluxDB, ktorá spolupracuje s relačnou databázou a uskladňujú sa v nej fyzikálne veličiny zozbierané zo senzorov. Vďaka jej nasadeniu sa v spoločnosti podarilo výrazne zrýchliť manipuláciu s dátami. Starý prístup s dvojnásobným triedením dát mal exponenciálnu časovú náročnosť, kde s využitím InfluxDB sa podarilo v spoločnosti prejsť na lineárnu časovú náročnosť. Najhoršia časť pri prechode na nový spôsob bola zmena interných programov, ktoré pracujú s dátami. Programy neboli pripravené na zmenu a bolo ich potrebné postupne všetky preprogramovať na novú prácu s dátami.

Nasadenie webovej aplikácie prebehlo formou skúšobného nasadenia v partnerských spoločnostiach. Aplikácia získala pozitívne ohlasy, kde na rozdiel od reportovania výsledkov zákazníci ocenili nepretržitý prístup k dátam, ale aj grafické zobrazenie vyťaženia zariadení a možnosť práce s líniovými grafmi. Na druhú stranu by niektorí zákazníci privítali možnosť vlastného rozloženia stránok, ako sú zvyknutí pri iných systémoch. Z môjho pohľadu sa jedná o úspešný projekt, ktorý je však potrebné neustále zlepšovať.

Možnosť rozšírenia vidím v pridaní zobrazovacieho panelu priamo do výroby, ako je vidieť na obrázku č.28. Rozšírenie o zobrazovací panel zobrazí v reálnom čase analýzy, ktoré sú ihneď prístupné na monitorovacom zariadení obsluhy, ktorá na základe získaných informácií vie rýchlo reagovať. Ako ďalšia výhoda pridanía zobrazovacieho panelu je možnosť získavať potrebné informácie pre analýzy od obsluhy tak, že zadajú aktuálne parametre o výrobe priamo na dotykový monitor. Tieto údaje sa následne odošlú v rámci lokálnej siete do monitorovacej jednotky, ktorá ich odosiela na vzdialený server.



Obrázok č. 28 Schéma možného rozšírenia (Zdroj: vlastné spracovanie)

ZÁVER

Hlavný cieľ práce bol zefektívniť prácu s dátami v spoločnosti a zlepšiť prezentáciu dosiahnutých výsledkov pre zákazníka. V práci bolo dosiahnuté zlepšenie služieb, ktoré spoločnosť ponúka vďaka zrýchleniu manipulácie s dátami, čomu prispelo nasadenie časovej databázy, ktorá ukladá dáta, ktoré sú zozbierané z priemyselnej výroby. Dotazy, ktoré sú potrebné pre počítanie a zobrazovanie analýz sa niekoľkokrát zrýchlili, čím sa zlepšila efektivita analytických pracovníkov, ako aj pribudla možnosť priameho prístupu k dátam pre zákazníka. Druhá zmena v spoločnosti sa týkala práve nasadenia webovej aplikácie, pomocou ktorej môže zákazník na diaľku pristupovať k svojim dátam. Webová aplikácia bola v rámci diplomovej práce navrhnutá a spoločne s IT oddelením spoločnosti implementovaná. V súčasnom stave prebieha testovanie a rozširovanie funkcionality aplikácie, ktorá je v poslednej kapitole práce popisovaná.

Zavedeniu popisovaných zmien predchádzala analýza spoločnosti. Postupne bol analyzovaný trh, na ktorom spoločnosť pôsobí, jej vnútorné ale aj vonkajšie prostredie. Pre celkový výstup z analýz bola využitá SWOT analýza. Na základe analyzovania boli navrhnuté zmeny, pre ktoré bola pripravená analýza rizík, časový a finančný plán.

Možnosť nasadenia webovej aplikácie mala pri konzultáciách so zákazníkmi spoločnosti pozitívny ohlas. Návrhy vzhľadu a funkcionality boli prispôbované na základe ich potrieb. Nasadenie časovej databázy pre ukladanie fyzikálnych veličín z priemyselnej výroby zrýchlilo podľa interných testov spoločnosti dotazy pre analyzovanie dát v niektorých prípadoch až päťnásobne.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

CNC Machines Market Worth \$117.17 Billion By 2027, 2020. <https://www.grandviewresearch.com> [online]. San Francisco [cit. 2021-03-22]. Dostupné z: <https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-computer-numerical-controls-cnc-machines-market>

Data.Brno [online], 2021. Brno [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <https://data.brno.cz/pages/vzdelani>

DI MARTINO, Sergio, Luca FIADONE, Adriano PERON, Alberto RICCABONE a Vincenzo Norman VITALE, 2019. Industrial Internet of Things: Persistence for Time Series with NoSQL Databases. In: *2019 IEEE 28th International Conference on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WETICE)* [online]. IEEE, s. 340-345 [cit. 2021-03-22]. ISBN 978-1-7281-0676-2. Dostupné z: doi:10.1109/WETICE.2019.00076

DOBEŠOVÁ, Zdena, 2004. *Databázové systémy v GIS*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 80-244-0891-0.

EUROPE PRODUCES 35% OF ALL MACHINE TOOLS IN THE WORLD, 2019. In: *Www.cecimo.eu* [online]. Brusel: CECIMO [cit. 2021-03-22]. Dostupné z: <https://www.cecimo.eu/news/cecimo-press-release-cecimo-announces-a-35-market-share-in-the-global-machine-tool-production-in-2018-and-put-the-spotlight-on-artificial-intelligence-and-skills/>

HEMBRAM, Debabrata, 2019. *Machining Market to Reach \$414.17 Billion by 2022, Says Beroe Inc* [online]. Raleigh: Cision PR Newswire [cit. 2021-03-22]. Dostupné z: <https://www.prnewswire.com/news-releases/machining-market-to-reach-414-17-billion-by-2022--says-beroe-inc-300939464.html>

InfluxData [online]. [cit. 2021-03-23]. Dostupné z: <https://docs.influxdata.com/influxdb/v1.8/introduction/>

KATAL, Avita, Mohammad WAZID a R. H. GOUDAR, 2013. Big data: Issues, challenges, tools and Good practices. *2013 Sixth International Conference on Contemporary Computing (IC3)*. IEEE, 404-409. ISBN 978-1-4799-0192-0. Dostupné z: doi:10.1109/IC3.2013.6612229

LÍŠKA, J, 2019. *Priemyselne revolúcie* [online]. In: . [cit. 2021-03-30]. Dostupné z: <http://matlab.fei.tuke.sk/wiki/index.php?title=S%C3%BAbor%3AI4.jpg>

MAIER, David, 1983. *The Theory of Relational Databases*. Computer Science Press. ISBN 0-914894-42-0.

MAREK, David, Daniel PELNÁŘ a Filip PASTUCHA, 2021. *Výhled české ekonomiky na rok 2021: Naděje na lepší sezónu* [online]. In: . s. 4-5 [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cz/Documents/about-deloitte/deloitte-vyhled-ceske-ekonomiky-na-2021.pdf>

MARKOVIČOVÁ, Blanka, 2020. Svět Strojírenské Techniky. *Svět Strojírenské Techniky* [online]. 88 [cit. 2021-03-22]. ISSN 1803-5736. Dostupné z: https://www.sst.cz/images/SST_2020_01_nahled___final.pdf

MEIER, Andreas a Michael KAUFMANN, 2019. *SQL & NoSQL databases: models, languages, consistency options and architectures for Big data management*. Wiesbaden: Springer. ISBN 978-3-658-24548-1.

MOBLEY, Keith, 2002. *An introduction to predictive maintenance*. 1.

POPJAKOVÁ, Dagmar a Tatiana MINTÁLOVÁ, 2019. *PRIEMYSEL 4.0, ČO MU PREDCHÁDZALO A ČO HO CHARAKTERIZUJE – GEOGRAFICKÉ SÚVISLOSTI* [online]. Banská Bystrica: UMB [cit. 2021-02-01]. Dostupné z: http://actageographica.sk/stiahnutie/63_2_03_Popjakova_Mintalova.pdf

Predictive Maintenance [online], 2021. In: . [cit. 2021-03-31]. Dostupné z: <https://www.omnisci.com/technical-glossary/predictive-maintenance>

Prediktívna údržba, 2019. In: *Slovak AI* [online]. Bratislava: Slovenská technická univerzita [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://slovak.ai/digitalizacia-s-vyuzitim-ai/prediktivna-udrzba/>

RAIS, Karel a Radek DOSKOČIL, 2007. *Risk management: studijní text pro kombinovanou formu studia*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 978-80-214-3510-0.

Sborník přednášek z 53. slévárenských dnů: Blok E – Sekce ekonomická, 2016. Brno: Dům techniky ČSVTS. ISBN isbn978-80-02-02692-1.

SELCUK, Sule, 2017. Predictive maintenance, its implementation and latest trends. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture* [online]. **231**(9), 1670-1679 [cit. 2021-03-22]. ISSN 0954-4054. Dostupné z: doi:10.1177/0954405415601640

Schwer Kopka: Monitoring Techniques. <https://schwer-kopka.de> [online]. Weingarten [cit. 2021-03-22]. Dostupné z: <https://schwer-kopka.de/en/products/process-monitoring/monitoring-techniques.html>

STEINBERGER, Josef, Martin ZÍMA, Dalibor FIALA, Martin DOSTAL a Michael NYKL, ed., 2017. *Data a znalosti 2017: sborník konference*. 1. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni. ISBN 978-80-261-0720-0.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2017. *Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje*. První vydání. Průhonice: Professional Publishing. ISBN 978-80-906594-4-5.

USTUNDAG, Alp a Emre CEVIKCAN, 2018. *Industry 4.0: managing the digital transformation*. Cham: Springer International Publishing. Series in advanced manufacturing (Springer). ISBN 978-3-319-57869-9.

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV

DB – Database (Databáza)

SQL – Structured Query Language (Štruktúrovaný opytovací jazyk)

API – Application Programming Interface (Rozhranie pre programovanie aplikácií)

ID – Identifier (Identifikátor)

SRBD – Systém riadenia bázy dát

GDPR – General Data Protection Regulation (Obecné nariadenie o ochrane osobných údajov)

ZOZNAM GRAFOV

Graf č. 1: Vývoz obrábacích strojov (Zdroj: vlastné spracovanie)	32
Graf č. 2 Počet študentov a absolventov vysokých škôl v Brne (Zdroj: (Data.Brno, 2021))	40
Graf č. 3 Rast HDP v ČR (Zdroj: (Marek, 2021))	41
Graf č. 4 Mapa rizík (Zdroj: vlastné spracovanie)	54
Graf č. 5 Zmeny hodnoty rizika po opatrení (Zdroj: vlastné spracovanie)	56

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok č. 1 Priemyselné revolúcie (Zdroj: (Líška, 2019) (upravené))	15
Obrázok č. 2 Druhy údržby (Zdroj: (Predictive Maintenance, 2021)(upravené))	19
Obrázok č. 3 Lewinov model (Zdroj: vlastné spracovanie, prebraté z (Rais, 2007))	25
Obrázok č. 4 Aktuálny stav (Zdroj: vlastné spracovanie)	34
Obrázok č. 5 Metóda 7S (Zdroj: vlastné spracovanie podľa (Rais, 2007))	37
Obrázok č. 6 Štruktúra spoločnosti (Zdroj: vlastné spracovanie)	38
Obrázok č. 7 Fáze procesu zmeny (Zdroj: (Rais, 2007))	48
Obrázok č. 8 Legenda k PERT diagramu (Zdroj: vlastné spracovanie)	60
Obrázok č. 9 PERT (Zdroj: vlastné spracovanie)	61
Obrázok č. 10 Stav systému po aplikovaní zmien (Zdroj: vlastné spracovanie)	62
Obrázok č. 11 Pôvodné tabuľky SQL databáze (Zdroj: interná databáza spoločnosti) ..	63
Obrázok č. 12 Tabuľka analysis_state (Zdroj: interná databáza spoločnosti)	63
Obrázok č. 13 Tabuľka analysis_value (Zdroj: interná databáza spoločnosti)	64
Obrázok č. 14 Konfiguračný súbor influxDB (Zdroj: vlastné spracovanie)	65
Obrázok č. 15 Hlavná funkcia migrácie dát v C++ (Zdroj: vlastné spracovanie)	68
Obrázok č. 16 Funkcia getAnalysisList (Zdroj: vlastné spracovanie)	68
Obrázok č. 17 Funkcia recieveAnalysis (Zdroj: vlastné spracovanie)	68
Obrázok č. 18 Funkcia iterateTroughResults (Zdroj: vlastné spracovanie)	69
Obrázok č. 19 Funkcia sendPoints (Zdroj: vlastné spracovanie)	69

Obrázok č. 20: Prihlásenie do aplikácie (Zdroj: vlastné spracovanie)	71
Obrázok č. 21: Diagram databáze pre autorizáciu (Zdroj: interná aplikácia spoločnosti)	72
Obrázok č. 22: Domovská obrazovka (Zdroj: vlastné spracovanie)	73
Obrázok č. 23 Detail zariadenia (Zdroj: vlastné spracovanie).....	74
Obrázok č. 24 Stránka zariadenia (Zdroj: vlastné spracovanie)	75
Obrázok č. 25 Zobrazenie analýzy (Zdroj: vlastné spracovanie).....	75
Obrázok č. 26 Filtrovanie dát (Zdroj: vlastné spracovanie)	76
Obrázok č. 27 Pridanie správy (Zdroj: vlastné spracovanie).....	77
Obrázok č. 28 Schéma možného rozšírenia (Zdroj: vlastné spracovanie)	79

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka č. 1 SWOT analýza (Zdroj: vlastné spracovanie)	44
Tabuľka č. 2 Činnosti potrebné pre zmenu (Zdroj: vlastné spracovanie)	51
Tabuľka č. 3 Identifikácia rizík (Zdroj: vlastné spracovanie)	53
Tabuľka č. 4 Analýza rizík (Zdroj: vlastné spracovanie)	54
Tabuľka č. 5 Rozloženie na mape rizík (Zdroj: vlastné spracovanie).....	55
Tabuľka č. 6 Finančný odhad (Zdroj: vlastné spracovanie)	57
Tabuľka č. 7 Popis činností v časovej analýze (Zdroj: vlastné spracovanie)	58
Tabuľka č. 8 PERT tabuľka (Zdroj: vlastné spracovanie).....	59